



Rui Miguel de Sousa dos Santos Simões

Licenciatura em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Análise e Avaliação de Tarefas de Movimentação Manual de Cargas

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Isabel Maria do
Nascimento Lopes Nunes, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Helena Maria Lourenço Carvalho Remígio
Arguente: Professor Doutor Denis Alves Coelho
Vogal: Professora Doutora Isabel Maria do Nascimento Lopes Nunes

Análise e Avaliação de Tarefas de Movimentação Manual de Cargas

Copyright© 2015 Rui Miguel de Sousa dos Santos Simões, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventada, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Diversas pessoas contribuíram para a realização desta dissertação.

Em primeiro lugar agradeço à Professora Doutora Isabel Lopes Nunes pela orientação e apoio que me deu ao longo desta dissertação, sem deixar de referir a enorme paciência que teve para comigo.

O meu muito obrigado à Empresa pela oportunidade que me deu e a todos os trabalhadores que estiveram envolvidos no desenvolvimento desta dissertação.

Aos meus pais e avós, agradeço o apoio incondicional que me deram durante todo o percurso académico e sobretudo ao longo deste trabalho. Foram fundamentais para ultrapassar as dificuldades encontradas!

Por último, mas igualmente importante, obrigado a todos os meus amigos pelo apoio e pela motivação! Eternamente grato!

Quero dedicar esta dissertação a todos vós!

Resumo

As tarefas de movimentação manual de cargas estão presentes na maioria das atividades económicas e têm sido referidas como a uma das principais causas de lombalgias na população trabalhadora.

Na tentativa de preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores, têm sido desenvolvidas diversas metodologias para realizar a análise e a avaliação do risco na movimentação manual de cargas. As diferentes metodologias divergem nos tipos de tarefas que avaliam, nos *inputs e outputs* que consideram, nas abordagens que utilizam e no modo como se interpretam os resultados. Por outro lado, a utilização de várias metodologias é útil na validação do nível de risco encontrado e na sugestão de medidas de intervenção ergonómica com o objetivo de eliminar, ou pelo menos reduzir, esse risco.

Neste estudo pretendeu-se analisar e avaliar o risco associado à realização de tarefas de movimentação manual de cargas desenvolvidas em dois postos de trabalho, através da aplicação de seis metodologias. Devido ao facto dos trabalhadores dos postos de trabalho analisados terem características pessoais e métodos de trabalho diferentes, numa primeira fase a avaliação do risco foi realizada de forma individual, de modo a quantificar a exposição individual ao risco. Posteriormente, foi realizada uma análise comparativa dos resultados obtidos através das metodologias, com o objetivo de verificar se existiam diferenças significativas entre elas. A partir dos resultados obtidos através das metodologias foram sugeridas medidas de intervenção ergonómica, assim como quantificado o seu efeito na redução do risco. O desenvolvimento deste estudo também permitiu identificar algumas vantagens e desvantagens das metodologias seleccionadas que, por sua vez, foram recomendadas para diferentes situações e, ou, propósitos.

Palavras-chave: Movimentação Manual de Cargas, Avaliação de Risco, Lombalgias, Intervenção Ergonómica

Abstract

Manual material handling tasks are present in most economic activities and have been signaled as one of the main causes of low back pain in the working population.

In an attempt to preserve the safety and health of workers, different methodologies have been developed to perform the analysis and assessment of the risk in manual material handling tasks. Different methodologies diverge in the types of tasks that they assess, on the inputs and outputs considered, on the approaches used and on the way the results are interpreted.

On the other hand, the use of various methods is useful in the validation of the risk level found and in suggesting ergonomic interventions in order to eliminate or at least reduce this risk.

This study aimed to assess the risk related to manual material handling tasks developed in two workstations, through the application of six methodologies. Due to the fact that workers of those workstations have different personal characteristics and different working methods, initially the risk assessment was carried out individually, in order to quantify individual risk exposures. Subsequently, in order to verify whether there were significant differences between the methodologies, a comparative analysis of the results obtained was performed. From the results obtained using the methodologies, an ergonomic intervention has been suggested, as well as the measurement of its effect on risk reduction. The development of this study also allowed the identification of a number of advantages and disadvantages of the selected methodologies which, in turn, were recommended for different situations and, or, purposes.

Keywords: Manual Material Handling, Risk Assessment, Low Back Pain, Ergonomic Intervention

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Enquadramento.....	1
1.2.	Objetivos	3
1.3.	Estrutura da Dissertação	3
2.	Movimentação manual de cargas - Enquadramento Teórico.....	5
2.1.	Lesões	5
2.2.	Legislação e normalização	8
2.3.	Fatores de risco.....	8
2.3.1.	Fatores de risco relacionados com o trabalho.....	9
2.3.2.	Fatores de risco individuais	15
2.3.3.	Fatores de risco psicossociais	17
2.4.	Metodologias de identificação e avaliação de risco.....	18
2.5.	Ergonomia e Medidas de intervenção ergonómica.....	24
2.5.1.	Controlos de engenharia.....	25
2.5.2.	Medidas organizacionais e administrativas	25
2.6.	Equipamento de proteção individual	26
2.7.	Informação, formação e treino	27
3.	Metodologia.....	31
3.1.	Caracterização dos postos de trabalho	33
3.2.	Descrição das tarefas do processo de embalamento dos cabos	37
3.2.1.	Preparação das máquinas de enrolar do posto de trabalho MEF 12 ou MEF 14	37
3.2.2.	Enrolamento do cabo A e do cabo B.....	38
3.2.3.	Ensaio do cabo A e cabo B.....	39
3.2.4.	Movimentação manual de cargas.....	40
3.2.4.1	Movimentação manual da bobina de madeira para a palete (T1)	41
3.2.4.2	Movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a palete (T2)	45
3.2.5.	Colocação da bobina de madeira vazia no eixo da máquina	49
3.2.6.	Colocação do rolo na caixa de cartão.....	50

3.2.7.	Aplicação de filme à palete e armazenagem da palete	50
3.3.	Caracterização das condições do local de trabalho e das condições ambientais	52
3.4.	Estimativa empírica da duração das tarefas	52
3.5.	Seleção das metodologias	59
3.5.1.	Equação Revista de NIOSH'91	63
3.5.2.	Modelo CLM (<i>Comprehensive Lifting Model</i>).....	68
3.5.3.	Modelos de Shoaf	73
3.5.4.	Guia de Mital.....	76
3.5.5.	KIM (<i>Key Indicator Method</i>)	79
3.5.6.	MAC (<i>Manual handling Assessment Charts</i>).....	82
4.	Apresentação e discussão dos resultados.....	87
4.1.	NIOSH'91	87
4.1.1.	Aplicação da NIOSH'91 na T1.....	89
4.1.2.	Aplicação da NIOSH'91 na T2.....	97
4.2.	Modelos de Shoaf	103
4.2.1.	Aplicação dos Modelos de Shoaf na T1	104
4.2.2.	Aplicação dos Modelos de Shoaf na T2.....	109
4.3.	Modelo CLM.....	114
4.3.1.	Aplicação do Modelo CLM na T1	114
4.3.2.	Aplicação do Modelo CLM na T2.....	116
4.4.	Guia de Mital.....	118
4.4.1.	Aplicação do Guia de Mital na T1	118
4.4.2.	Aplicação do Guia de Mital na T2.....	123
4.5.	KIM.....	127
4.5.1.	Aplicação do KIM na T1.....	127
4.5.2.	Aplicação do KIM na T2.....	131
4.6.	MAC.....	135
4.6.1.	Aplicação do MAC na T1	136
4.6.2.	Aplicação do MAC na T2	140

5.	Comparação e discussão dos resultados e medidas de intervenção ergonómica	145
5.1.	Comparação e discussão dos resultados.....	145
5.2.	Medidas de intervenção ergonómica	151
5.2.1.	Redesign ergonómico e medidas administrativas	151
5.2.2.	Mecanização e automatização	156
6.	Conclusão e sugestões de trabalho futuro.....	159
6.1.	Conclusão.....	159
6.2.	Limitações do estudo	164
6.3.	Sugestões de trabalho futuro	165
	Referências bibliográficas	169
	Anexo A – Cálculos auxiliares: estimativa empírica da duração das tarefas	179
	Anexo B – Cálculos auxiliares: NIOSH’91.....	181
	Anexo C – Cálculos auxiliares: Modelos de Shoaf.....	197
	Anexo D – Cálculos auxiliares: Modelo CLM	205
	Anexo E – Cálculos auxiliares: Guia de Mital	207

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Regiões da coluna vertebral	6
Figura 2.2 - Diferentes tipos de forças a atuar na coluna vertebral	7
Figura 2.3 - Exemplos de metodologias de acordo com o nível de intervenção	20
Figura 2.4 - Fatores a considerar para a seleção do equipamento mecânico auxiliar.....	26
Figura 2.5 – Exemplo de luvas utilizadas na MMC.....	27
Figura 2.6 - Exemplo de uma cinta lombar utilizada na MMC	27
Figura 2.7 – Exemplo de calçado protetor com biqueira de aço.....	27
Figura 2.8 - Esforço físico exercido pela movimentação da carga sob o sistema músculo-esquelético em função da posição da carga em relação ao corpo.....	29
Figura 2.9 – Posicionamento do corpo para levantar (ou baixar) uma carga ao nível do chão.....	29
Figura 2.10 – Flexão ligeira da coluna, dos quadris e dos joelhos para elevar ou baixar a carga ao nível do chão	30
Figura 2.11 – Posicionamento correto e incorreto do tronco durante a elevação ou abaixamento da carga	30
Figura 3.1 – Metodologia utilizada no desenvolvimento da dissertação.....	32
Figura 3.2 - Identificação dos dois postos de trabalho no "Salão de Fabrico"	34
Figura 3.3 - Fluxograma e fotografias ilustrativas do processo de embalamento do cabo A	35
Figura 3.4 -Fluxograma e fotografias ilustrativas do processo de embalamento do cabo B.....	36
Figura 3.5 -Trajeto da movimentação da BPI desde a zona de armazenagem até ao PT MEF 12 ou PT MEF 14.....	37
Figura 3.6 - Colocação da BPI no “Motorized Payoff”	38
Figura 3.7 - Componentes das máquinas por onde passa o cabo: (a) “ <i>Universal Buffer/Dancer</i> ”, (b) roldanas, (c) “ <i>Spark Tester</i> ” e (d) “Detetor de engrossamento”	38
Figura 3.8 – Enrolamento do cabo A em bobina de madeira e do cabo B num rolo em “sarilho”	39
Figura 3.9 – <i>Apparatus</i> usado para ensaiar um cabo	40
Figura 3.10 – Movimentação da bobina para a paleta de modo direto: (1) Retirar da máquina – Transporte, (2) Transporte direto e (3) Paletizar: direto	42
Figura 3.11 – Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto: (1) Retirar da máquina – Transporte; (2) Transporte indireto, (3) Transporte indireto – Mesa nº2, e (4) Paletizar: indireto	43
Figura 3.12 – Colocação da bobina na região (a) frontal e (b) lateral da paleta	44
Figura 3.13 – Identificação do nível de bobinas na paleta	44
Figura 3.14 – Exemplo de um (a) número máximo (5), e de um (b) número mínimo (1) de paletes empilhadas que são utilizadas para a colocação das bobinas na paleta	45
Figura 3.15 – Exemplo da variação do número de paletes empilhadas ao longo do processo de embalamento para o trabalhador Nº7.....	45
Figura 3.16 – Movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a paleta no PT MEF 12: (1) Retirar da máquina – Mesa nº1, (2) Retirar da mesa nº1 – Transporte, (3) Transporte e 4) Paletizar: MEF 12.....	46
Figura 3.17 – Movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a paleta no PT MEF 14: (1) Retirar da máquina – Mesa nº1 e (2) Paletizar: MEF 14.....	47

Figura 3.18 – Colocação da caixa na região (a) frontal e (b) lateral da paleta.....	48
Figura 3.19 – Identificação do nível de caixas na paleta.....	48
Figura 3.20 – Exemplo de um (a) número máximo e de um (b) número mínimo de paletes empilhadas que são utilizadas para a colocação das caixas	49
Figura 3.21 – Localização da bobina de madeira vazia na mesa nº 2 e colocação da mesma no eixo de rotação da máquina.....	49
Figura 3.22 – Colocação do rolo na caixa de cartão	50
Figura 3.23 – Trajeto do (1) transporte da paleta entre os PTs, (2) a zona de aplicação de filme à paleta e a (3) zona de armazenagem da paleta no “Salão de Fabrico”	51
Figura 3.24 – Etapas para determinação da duração das tarefas que compõem o processo de embalamento do cabo A e do cabo B	52
Figura 3.25 – Elementos de atividade do ciclo de trabalho: cabo A	53
Figura 3.26 – Elementos de atividade do ciclo de trabalho: cabo B	54
Figura 3.27– Diagrama Homem-Máquina dos elementos de atividade do ciclo de trabalho: cabo B	54
Figura 3.28 – Gráfico para determinar o valor do multiplicador da distância horizontal (MH)	70
Figura 3.29 - Gráfico para determinar o valor do multiplicador da duração da tarefa (MDT) segundo dados fisiológicos e psicofísicos	71
Figura 3.30 - Gráfico do peso base (kg) em função de diferentes percentagens de população para ambos os sexos, segundo a abordagem biomecânica e a abordagem psicofísica	72
Figura 3.31 – Exemplo do fluxograma utilizado para tarefas de elevar/baixar	83
Figura 3.32 - Folha de pontuação utilizada no MAC.....	84
Figura 4.1 – Nomenclatura utilizada na divisão das duas sub-tarefas.....	89
Figura 4.2 – Localização das mãos na bobina e ilustração das técnicas de pegar a bobina em função da disposição da carga no plano sagital: (a) na horizontal e (b) na vertical	89
Figura 4.3 – Exemplo da determinação do (a) V1 e (b) V2 para a sub-tarefa 4) Paletizar: indireto,	90
Figura 4.4 – Utilização de luvas para movimentar a bobina	91
Figura 4.5 - Representação gráfica do CLI da T1 calculado para cada trabalhador.....	96
Figura 4.6 - Movimentação do (a) rolo e da (b) caixa com as mãos por baixo da carga (plano sagital)	97
Figura 4.7 – Representação do (a) V1 e (b) V2 para a sub-tarefa 1).....	100
Figura 4.8 – Representação gráfica do CLI da T2 calculado para cada trabalhador	102
Figura 5.1 – Representação gráfica dos níveis de risco da T1 e da T2 calculados segundo as várias metodologias utilizadas	146
Figura 5.2 – Comparação do CLI da T1, para cada trabalhador, antes e depois da intervenção ergonómica (I.E) segundo a NIOSH’91.....	154
Figura 5.3 – Representação da utilização do (a) empilhador de garfos manual e da (b) mesa elevatória-giratória fixa, na movimentação das bobinas desde o eixo de rotação da máquina D-750 até à paleta no PT MEF 12 e no PT MEF 14.....	158
Figura 6.1 – Dois exemplos de tarefas em posturas pouco comuns: (a) elevação, com um joelho, de uma caixa, (b) elevação, com dois joelhos, de uma caixa	163

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Exemplos de metodologias de nível II e os tipos de tarefa de MMC que cada um avalia.....	22
Tabela 3.1 – Características dos trabalhadores: idade, peso corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC).....	33
Tabela 3.2 – Identificação das tarefas do processo de embalagem dos cabos	37
Tabela 3.3 – Identificação das sub-tarefas da T1 em função do método de trabalho.....	40
Tabela 3.4 – Identificação das sub-tarefas da T2 em função do método de trabalho.....	41
Tabela 3.5 – Números de paletes empilhadas que cada trabalhador utiliza na T1	44
Tabela 3.6 – Números de paletes empilhadas que cada trabalhador utiliza na T2	48
Tabela 3.7 – Tempo <i>standard</i> e produção diária <i>standard</i> de cada cabo	57
Tabela 3.8 – Distribuição do tempo de turno por elemento de atividade e pelos complementos PF&D: cabo A.....	58
Tabela 3.9 – Distribuição do tempo de turno por elemento de atividade e pelos complementos PF&D: cabo B.....	58
Tabela 3.10 – Identificação dos tipos de tarefas de MMC do caso de estudo (elevar, baixar e transportar) que cada uma das metodologias selecionadas avalia	61
Tabela 3.11 – Tipo, percentis avaliados e outputs das metodologias selecionadas.....	61
Tabela 3.12 – Parâmetros avaliados pelas metodologias para as tarefas de elevar, baixar e transportar....	62
Tabela 3.13 – Valores para o multiplicador da qualidade da pega da carga (MP) – NIOSH’91	65
Tabela 3.14 – Valores para o multiplicador de frequência (MF) – NIOSH’91	66
Tabela 3.15 – Valores para o multiplicador da pega da carga (MP) – Modelo CLM	70
Tabela 3.16 – Escala para a interpretação do valor do IRSE ou do ISPE	73
Tabela 3.17 – Tabela para determinar o valor do multiplicador da distância horizontal (MH) para tarefas de baixar	75
Tabela 3.18 – Parâmetros a considerar para a avaliação de cada tipo de tarefa.....	77
Tabela 3.19 – Indicadores chave necessários à avaliação de cada conjunto de tarefas	80
Tabela 3.20 – Tabela para determinação da pontuação do tempo para tarefas de levantar, baixar, segurar e transportar.....	81
Tabela 3.21 – Determinação do nível de risco da tarefa	81
Tabela 3.22 – Identificação dos fatores de risco para cada tipo de tarefa	83
Tabela 3.23 – Cores e níveis de risco correspondentes.....	83
Tabela 4.1 – Sub-tarefas da T1 analisadas – NIOSH’91	87
Tabela 4.2 – Sub-tarefas da T2 analisadas – NIOSH’91	88
Tabela 4.3 – Sub-tarefas de colocação das cargas na paleta - paletizar	88
Tabela 4.4 – Identificação das sub-tarefas onde são utilizadas as duas técnicas de pegar a bobina.....	90
Tabela 4.5 – Frequência das sub-tarefas da T1 – NIOSH’91	91
Tabela 4.6 – Frequências (vezes/min.) das sub-tarefas de paletizar da T1 – NIOSH’91	92
Tabela 4.7 – Conjunto de sub-tarefas da T1 avaliadas para o trabalhador Nº1 – NIOSH’91	92
Tabela 4.8 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador Nº1	95
Tabela 4.9 – Valores dos STLIs e do CLI da T1 – método de trabalho I.....	95
Tabela 4.10 – Valores dos STLIs e do CLI da T1 – método de trabalho II.....	96
Tabela 4.11 – Frequência das sub-tarefas da T2 – NIOSH’91	98
Tabela 4.12 – Frequências (vezes/min.) das sub-tarefas de paletizar da T2.....	98

Tabela 4.13 - Conjunto de sub-tarefas da T2 avaliadas para o trabalhador Nº1 – NIOSH’91	99
Tabela 4.14 - Valores dos STLIs e do CLI da T2 – método de trabalho I.....	101
Tabela 4.15 - Valores dos STLIs e do CLI da T2 – método de trabalho II	102
Tabela 4.16 – Identificação dos tipos de sub-tarefas da T1.....	103
Tabela 4.17 - Identificação dos tipos de sub-tarefas da T2	103
Tabela 4.18 – Considerações tomadas para algumas variáveis da expressão para avaliar tarefas de baixar – Modelos de Shoaf – T1.....	104
Tabela 4.19 – Considerações tomadas para algumas variáveis da expressão para avaliar tarefas de transportar – Modelos de Shoaf – T1.....	104
Tabela 4.20 – Valores dos multiplicadores da sub-tarefa 1) Retirar da máquina – Transporte, para o trabalhador Nº1	105
Tabela 4.21 – Valores dos multiplicadores da sub-tarefa 1) Transporte indireto, para o trabalhador Nº1 105	
Tabela 4.22 – Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T1 – método de trabalho I.....	106
Tabela 4.23 – Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T1 – método de trabalho II.....	107
Tabela 4.24 – Considerações tomadas para algumas variáveis da expressão para avaliar tarefas de transportar – Modelos de Shoaf – T2.....	109
Tabela 4.25 – Considerações tomadas para as variáveis da expressão que avalia as sub-tarefas do tipo transportar – T2 – Modelos de Shoaf.....	110
Tabela 4.26 - Valores dos multiplicadores da sub-tarefa 1) Retirar da máquina – Mesa nº1, para o trabalhador Nº1	110
Tabela 4.27 – Valores dos multiplicadores da sub-tarefa 1) Transporte, para o trabalhador Nº1	110
Tabela 4.28 - Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T2 – método de trabalho I.....	111
Tabela 4.29 – Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T2 – método de trabalho II.....	112
Tabela 4.30 - Considerações tomadas para as variáveis da expressão do Modelo CLM	114
Tabela 4.31 - Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança de elevação (IPSE) de cada sub-tarefa da T1	115
Tabela 4.32 - Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança da elevação (IPSE) de cada sub-tarefa da T2	117
Tabela 4.33 - Estrutura utilizada para aplicação do Guia de Mital	118
Tabela 4.34 - Sub-tarefas, tipos de sub-tarefas da T1 avaliados pelo Guia de Mital	119
Tabela 4.35 – Dados e valores dos multiplicadores de ajustamento - T1.....	121
Tabela 4.36- Risco potencial R das sub-tarefas da T1- método de trabalho I	121
Tabela 4.37 - Risco potencial R das sub-tarefas da T1- método de trabalho II	122
Tabela 4.38 - Sub-tarefas, tipos de sub-tarefas da T2 avaliados pelo Guia de Mital	123
Tabela 4.39 – Dados e valores dos multiplicadores de ajustamento - T2.....	125
Tabela 4.40 - Risco potencial R das sub-tarefas da T2 - método de trabalho I.....	126
Tabela 4.41 - Risco potencial R das sub-tarefas da T2 - método de trabalho II	126
Tabela 4.42 - Identificação das sub-tarefas da T1 e dos trabalhadores avaliados - KIM	128
Tabela 4.43 - Pontuação dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), pontuação total de risco (PTR) e nível de risco de cada sub-tarefa para cada trabalhador – T1: método de trabalho I.....	129
Tabela 4.44 - Pontuação dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), pontuação total do risco (PTR) e nível de risco de cada sub-tarefa para cada trabalhador – T1: método de trabalho II.....	130

Tabela 4.45 - Identificação das sub-tarefas da T2 e dos trabalhadores avaliados - KIM	132
Tabela 4.46 - Pontuação dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), pontuação total do risco (PTR) e nível de risco de cada sub-tarefa para cada trabalhador – T2: método de trabalho I.....	133
Tabela 4.47 - Pontuação dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), pontuação total do risco (PTR) e nível de risco de cada sub-tarefa para cada trabalhador – T2: método de trabalho II.....	134
Tabela 4.48– Fatores de risco considerados em cada guia de avaliação e nomenclatura utilizada para os identificar	135
Tabela 4.49 – Identificação dos tipos de sub-tarefas da T1 e o respectivo guia de avaliação utilizado ...	136
Tabela 4.50 – Dados recolhidos para o F1 (Frequência e peso da carga) – T1.....	136
Tabela 4.51 – Cores e pontuações correspondentes aos fatores de risco, pontuação total de cada sub-tarefa para cada trabalhador avaliado – T1: método de trabalho I.....	137
Tabela 4.52 – Cores e pontuações correspondentes aos fatores de risco, pontuação total de cada sub-tarefa para cada trabalhador avaliado – T1: método de trabalho II	138
Tabela 4.53 – Identificação dos tipos de sub-tarefas da T2 e o respectivo guia de avaliação utilizado ...	140
Tabela 4.54 - Dados recolhidos para o F1 (Frequência e peso da carga) – T2	140
Tabela 4.55 – Cores e pontuações correspondentes aos fatores de risco, pontuação total de cada sub-tarefa, para cada trabalhador avaliado – T2: método de trabalho I.....	141
Tabela 4.56 – Cores e pontuações correspondentes aos fatores de risco, pontuação total de cada sub-tarefa, para cada trabalhador avaliado – T2: método de trabalho II.....	142
Tabela 5.1 – Níveis de risco da escala	145
Tabela 5.2 – Adaptação das escalas das 6 metodologias às 4 categorias do nível de risco	146
Tabela 5.3 – Resultados da T1, níveis de risco correspondentes aos resultados médios obtidos e interpretações dos resultados médios segundo as metodologias.....	147
Tabela 5.4 - Resultados da T2, níveis de risco correspondentes aos resultados médios obtidos e interpretações dos resultados médios segundo as metodologias.....	148
Tabela 5.5 – Comparação de resultados entre o trabalhador N°5 e o N°7 para a T2, nas metodologias selecionadas	150
Tabela 5.6 - Classificação das metodologias segundo os 3 critérios.....	151
Tabela 5.7- Números fixos de paletes empilhadas recomendados para cada trabalhador	152
Tabela 5.8 – Valores dos STLIs e do CLI depois da intervenção ergonómica – método de trabalho I....	153
Tabela 5.9 - Valores dos STLIs e do CLI depois da intervenção ergonómica – método de trabalho II...	153
Tabela 5.10 – Valores dos IPSs das sub-tarefas depois da intervenção ergonómica – método de trabalho I	154
Tabela 5.11 - Valores dos IPSs das sub-tarefas depois da intervenção ergonómica – método de trabalho II	155
Tabela 5.12 – Valores dos IPSEs das sub-tarefas depois da intervenção ergonómica – método de trabalho I.....	155
Tabela 5.13 – Valores dos IPSEs das sub-tarefas depois da intervenção ergonómica – Método de trabalho II.....	155
Tabela 5.14 – Resultados da T1, níveis de risco correspondentes aos resultados médios obtidos antes e depois da intervenção ergonómica (I.E).....	156
Tabela 6.1 – Vantagens e desvantagens de cada metodologia na avaliação do risco de tarefas de MMC	162
 Tabela A.1 – Tempo médio observado (TMO) e número de observações a realizar (N) para cada elemento de atividade: cabo A	 179
Tabela A.2 – Tempo médio observado (TMO) e número de observações a realizar (N) para cada elemento de atividade: cabo B	179

Tabela A.3 – Tempo do ciclo de trabalho normal: cabo A.....	180
Tabela A.4 – Tempo do ciclo de trabalho normal: cabo B.....	180
Tabela B.1 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T1: trabalhador N°1	181
Tabela B.2 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T1: trabalhador N°2.....	181
Tabela B.3 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T1: trabalhador N°3	182
Tabela B.4 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T1: trabalhador N°4.....	182
Tabela B.5 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T1: trabalhador N°5.....	183
Tabela B.6 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T1: trabalhador N°6.....	183
Tabela B.7 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T1: trabalhador N°7.....	184
Tabela B.8 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T1: trabalhador N°8.....	184
Tabela B.9 - Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°1	184
Tabela B.10 - Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°2 ...	185
Tabela B.11 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°3...	185
Tabela B.12 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°4...	186
Tabela B.13 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°5...	186
Tabela B.14 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°6...	187
Tabela B.15 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°7...	187
Tabela B.16 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°8...	188
Tabela B.17 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T2: trabalhador N°1 ...	188
Tabela B.18 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T2: trabalhador N°2 ...	189
Tabela B.19 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T2: trabalhador N°3 ...	189
Tabela B.20 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T2: trabalhador N°4 ...	190
Tabela B.21 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T2: trabalhador N°5 ...	190
Tabela B.22 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T2: trabalhador N°6 ...	191
Tabela B.23 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T2: trabalhador N°7 ...	191
Tabela B.24 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH’91 para a T2: trabalhador N°8 ...	192
Tabela B.25 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°1 ...	192
Tabela B.26 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°2...	193
Tabela B.27 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°3...	193
Tabela B.28 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°4...	194
Tabela B.29 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°5...	194
Tabela B.30 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°6...	195
Tabela B.31 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°7...	195
Tabela B.32 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°8...	196
Tabela C.1- Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador N°1	197
Tabela C.2 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador N°2	197
Tabela C.3 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador N°3	198

Tabela C.4 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador Nº4	198
Tabela C.5 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador Nº5	199
Tabela C.6 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador Nº6	199
Tabela C.7 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador Nº7	200
Tabela C.8 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar para a T1: trabalhador Nº8	200
Tabela C.9 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de transportar para aT1	200
Tabela C.10 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador Nº1	201
Tabela C.11- Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador Nº2	201
Tabela C.12 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador Nº3	202
Tabela C.13 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador Nº4	202
Tabela C.14 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador Nº5	203
Tabela C.15 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador Nº6	203
Tabela C.16 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador Nº7	204
Tabela C.17 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador Nº8	204
Tabela C.18 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de transportar para aT2	204
 Tabela D.1 - Cálculo dos multiplicadores da expressão do Modelo CLM para as sub-tarefas de elevar da T1	205
Tabela D.2 - Cálculo dos multiplicadores da expressão do Modelo CLM para as sub-tarefas de elevar da T2	206
 Tabela E.1 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador Nº1	207
Tabela E.2 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador Nº2	208
Tabela E.3 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador Nº3	209
Tabela E.4 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador Nº4	210
Tabela E.5 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador Nº5	211
Tabela E.6 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador Nº6	212

Tabela E.7 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°7	213
Tabela E.8 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°8	214
Tabela E.9 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°1	215
Tabela E.10 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°2	216
Tabela E.11 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°3	217
Tabela E.12 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°4	218
Tabela E.13 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°5	219
Tabela E.14 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°6	220
Tabela E.15 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°7	221
Tabela E.16 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°8	222

Lista de siglas e abreviaturas

BauA – *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Federal Institute for Occupational Safety and Health)*

BPI – Bobina de Plástico Intermédia

CARIT – Autoridade para as Condições de Trabalho

CLM – *Comprehensive Lifting Model*

DL – Decreto de Lei

EMA – Equipamento Mecânico Auxiliar

EMG – Eletromiografia

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EU-OSHA – Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

GEP – Gabinete de Estratégia e Planeamento

HSE – *Health and Safety Executive*

HSL – Health and Safety Laboratory

IEA – *International Ergonomics Association*

IECT – Inquérito Europeu sobre as Condições de Trabalho

IMC – Índice de Massa Corporal

Input – Informação de entrada necessária para aplicar uma determinada metodologia

ISO – *International Organization of Standardization*

KIM – *Key Indicator Method*

LMERT – Lesões Músculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho

LMM – *Lumbar Motion Monitor*

MAC – *Manual Handling Assessment Charts*

MESS – Ministério do Emprego e da Segurança Social

MMC – Movimentação Manual de Cargas

NIOSH – *National Institute for Occupational Safety and Health*

NIOSH'91 – Equação Revista de NIOSH'91

Nº - Número de trabalhador

Output – Informação de saída de uma determinada metodologia

PT – Posto de Trabalho

QEC – *Quick Exposure Check*

SLIC – *Senior Labour Inspectors Committee*

SST – Segurança e Saúde no trabalho

T1 – Movimentação manual da bobina de madeira para a paleta

T2 – Movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a paleta

EU – União Europeia

WBGT – *Wet Bulb Globe Temperature*

% – Percentagem

3D SSPP – 3-D Static Strength Prediction Program

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Hoje em dia, em quase todos os setores de atividade económica existe a necessidade de executar tarefas de Movimentação Manual de Cargas (MMC), quer seja frequente ou ocasionalmente. A limitação do espaço de trabalho, a variedade da natureza das atividades e a relutância de algumas empresas em fazer investimentos, por vezes significativos, em equipamentos automatizados são algumas das razões para que se recorra a tarefas de MMC.

As tarefas de MMC podem ser de diversos tipos: elevar, baixar, agarrar, virar, segurar, transportar, puxar ou empurrar cargas. De acordo com o Decreto-Lei 330/93 entende-se por MMC “qualquer operação de transporte e sustentação de uma carga, por um ou mais trabalhadores, que devido às suas características ou condições ergonómicas desfavoráveis, comporte riscos para os mesmos, nomeadamente na região dorso-lombar” (MESS, 1993).

As tarefas de MMC têm sido consideradas uma das maiores causas de lesões e doenças ocupacionais e de absentismo (Zurada, 2012). Estas tarefas afetam principalmente a zona lombar, estando por isso associadas a uma das principais causas do desenvolvimento de lombalgias na população trabalhadora. No entanto, estas tarefas também podem afetar outras zonas do corpo, como por exemplo os membros superiores (Dempsey & Hashemi, 1999). As lombalgias assumem-se como uma das LMERT (Lesões Músculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho) mais incapacitantes, afetando não só os trabalhadores que executam tarefas de MMC, mas também a restante população trabalhadora (Zurada, 2012). Na União Europeia, as lombalgias são consideradas como uma das LMERT mais comuns e envolvem para a sociedade em geral custos diretos e indiretos muito elevados (Takala, 2007). Segundo o 4º Inquérito Europeu sobre as Condições de Trabalho (IECT), cerca de 25% dos trabalhadores da UE-27 (Estados-Membros da União Europeia) apresentam dores lombares (Eurofound, 2007).

Dada a diversidade dos problemas causados pelas tarefas de MMC, a comunidade internacional tem reconhecido cada vez mais esta problemática, tendo nas últimas décadas existido uma aposta muito forte na prevenção do risco através de legislação específica, Diretivas Comunitárias, Normas internacionais ou *Guidelines*.

A maioria da investigação na temática da MMC tem como principal objetivo garantir que o esforço imposto nos sistemas músculo-esquelético e cardiovascular não ultrapasse os seus limites de tolerância, que levam a problemas agudos e crónicos (Dempsey & Mathiassen, 2006). Muitos desses estudos baseiam-se no estabelecimento de limites de peso de carga para tarefas de MMC usando diferentes tipos de abordagem (epidemiológica, biomecânica, fisiológica e, ou,

psicofísica), na aplicação de princípios ergonômicos para modificar a organização do trabalho ou na concepção dos postos de trabalho. Para isso, têm contribuído o desenvolvimento de diversas metodologias de identificação e avaliação de risco na MMC que atuam ao nível dos fatores de risco. De forma geral, os fatores de risco associados à MMC agrupam-se em três categorias: fatores de risco relacionados com o trabalho, fatores de risco individuais e fatores de risco psicossociais (Ayoub & Mital, 1989).

As metodologias para identificação e avaliação de risco na MMC abrangem diversos tipos de MMC, utilizam diferentes *inputs* e *outputs*, diferentes tipos de abordagens e têm diferentes capacidades de interpretação dos resultados obtidos. Além disso, os custos associados, o treino e conhecimento exigido para as aplicar são diferentes entre metodologias. Assim, a diversidade e as diferenças entre as metodologias disponíveis colocam ao utilizador ou avaliador um problema ou desafio na seleção e aplicação da(s) mais adequada(s) para a situação em estudo. Segundo Colim (2009), as empresas portuguesas desconhecem a existência de algumas das metodologias de avaliação de risco na MMC, e apresentam dificuldades na seleção e aplicação da metodologia quanto a uma situação ou tarefa específica.

De acordo com Van Der Beek et al. (2005) e David (2005) a aplicação de várias metodologias na avaliação de risco na MMC oferece resultados mais fiáveis do que a utilização de apenas uma. A comparação dos resultados obtidos através da aplicação de diferentes metodologias é particularmente útil para a validação do nível de risco e para chegar a um nível de risco “consensual”, ajudando também a recomendar e a quantificar os benefícios das medidas de intervenção ergonómica para eliminar ou reduzir o risco (Marklin & Wilzbacher, 2010). A quantificação desses benefícios pode ser utilizada como “justificação” para o investimento nessas medidas.

O potencial que as intervenções ergonómicas efetivas têm na redução do risco de lesões faz destas uma ferramenta muito útil no aumento da produtividade, da qualidade do produto, na competitividade geral das empresas e na diminuição do absentismo e dos custos para a sociedade em geral (Goggins et al., 2008). Em complemento às intervenções ergonómicas, a correta formação e o treino dos trabalhadores em MMC pode também contribuir para o aumento da sua capacidade para executar estas tarefas (McDermott et al., 2012).

Torna-se assim fundamental que as empresas realizem análises e avaliações de risco de forma regular e, se necessário, intervenham do ponto de vista ergonómico nas atividades ou tarefas em estudo.

O presente trabalho pretende analisar e avaliar o risco envolvido em tarefas de MMC numa Empresa do setor da Indústria Transformadora. Para isso, vão ser aplicadas um conjunto de metodologias e, se necessário, propostas medidas de intervenção ergonómica.

1.2. Objetivos

No sentido da prevenção de patologias associadas à realização de tarefas de MMC, foi proposto pelo Departamento da Qualidade, Ambiente e Segurança de uma Empresa do sector da Indústria Transformadora, efetuar uma análise e uma avaliação do risco dessas tarefas em dois postos de trabalho onde se realiza o embalamento de cabos. A pertinência do estudo vem no seguimento de algumas queixas de desconforto e dor em algumas partes do corpo, nomeadamente na zona lombar e nos membros superiores, reportadas pelos trabalhadores ao referido departamento. No entanto, é de notar que nenhum dos trabalhadores avaliados tem no seu histórico clínico lesões na zona lombar ou nos membros superiores. Para dar resposta a isto, em termos gerais, esta dissertação tem como objetivos:

- Analisar e avaliar o risco em tarefas de MMC através da aplicação de várias metodologias;
- Efetuar uma análise comparativa dos resultados obtidos pelas metodologias e verificar se existem diferenças significativas entre elas;
- Sugerir medidas de intervenção ergonómica que possam ser implementadas para reduzir ou eliminar o risco;
- Sugerir a aplicação das metodologias selecionadas para diferentes situações e, ou, objetivos.

1.3. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em **seis capítulos**.

No **primeiro capítulo** apresenta-se o enquadramento teórico relativo ao tema deste trabalho, evidenciando a sua relevância. Posteriormente são estabelecidos os objetivos do trabalho e é apresentada a estrutura da dissertação.

No **segundo capítulo** é realizado um enquadramento teórico da dissertação que aborda os principais tópicos relacionados com a MMC, tais como: as lesões; a legislação e a normalização; os fatores de risco; as metodologias de identificação e avaliação de risco; a ergonomia e as medidas de intervenção ergonómica.

No **terceiro capítulo** é descrita a metodologia utilizada neste estudo. É também realizada a caracterização da atividade de trabalho que inclui: a caracterização dos trabalhadores, a

descrição das tarefas que a compõem e a caracterização das condições do local de trabalho e das condições ambientais. Posteriormente é feita uma estimativa empírica da duração das tarefas da atividade de trabalho. Por fim são selecionadas e apresentadas as metodologias de avaliação de risco de tarefas de MMC.

No **quarto capítulo** são apresentados e discutidos os resultados da aplicação das metodologias selecionadas uma a uma.

No **quinto capítulo** são comparados entre si e discutidos os resultados obtidos a partir de várias metodologias. Em função dos resultados obtidos, é analisado e avaliado o efeito da implementação de algumas medidas de intervenção ergonómica com o objetivo de eliminar, ou pelo menos reduzir, o risco.

No **sexto capítulo** apresenta-se a conclusão da dissertação, as limitações do estudo, assim como algumas sugestões de trabalho futuro.

2. Movimentação manual de cargas - Enquadramento Teórico

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento teórico sobre a temática da movimentação manual de cargas, abordando alguns tópicos relacionados, como sejam: as lesões; a legislação e a normalização; os fatores de risco; as metodologias de identificação e avaliação de risco; a ergonomia e as medidas de intervenção ergonómica.

A Movimentação Manual de Cargas (MMC) é entendida como a atividade, executada por um ou mais trabalhadores que inclui levantar, baixar, agarrar, empurrar, puxar, transportar ou deslocar uma carga (NIOSH, 2007). Embora tenha vindo a diminuir a necessidade de recorrer a tarefas de MMC nas últimas décadas, devido aos avanços tecnológicos, nos dias que correm ainda são muito comuns, por exemplo, em atividades que envolvem a movimentação de matérias-primas ou produtos em ambientes industriais, a movimentação de doentes em hospitais ou a entrega de encomendas. De acordo com o 5º IECT, 34 % dos trabalhadores europeus da UE-27 necessitam de executar tarefas de MMC, em Portugal são executadas por 28% dos trabalhadores (Eurofound, 2012). As tarefas de MMC encontram-se em todos os setores de atividade da UE-27, embora estejam mais representadas nos setores: da Agricultura e Pescas, da Construção, da Hotelaria e Restauração, da Saúde e do Apoio Social, do Comércio e Retalho, da Indústria Transformadora e do Transporte e da Armazenagem (Eurofound, 2007).

Apesar de existirem diferenças nos dados estatísticos ao longo dos anos e entre países, essencialmente devido à falta de harmonização entre os sistemas de registo e tratamento de dados, o elevado número de lesões e doenças, absentismo e custo relacionado com a MMC ainda se mantem nos dias de hoje. Já nas décadas de 70 e 80 do século XX, no Reino Unido, analisadas as lesões ocupacionais que resultaram em três ou mais dias de absentismo em diversos setores de atividade, as tarefas de MMC foram responsáveis por 23-32% de todas as lesões registadas (Dempsey & Hashemi, 1999). De acordo com o NIOSH (1997), o relatório de 1994 realizado pelo *U.S Bureau of Labor Statistics* relativo a casos que envolviam dias de absentismo, indicou que 32% das lesões e doenças ocupacionais estavam relacionadas com esforço físico e movimentos repetitivos, nos quais 80% desses 32% diziam respeito ao esforço físico exigido pelas tarefas de MMC. Dados mais recentes referentes ao período de 2013, provenientes do *Health and Safety Executive* (HSE) do Reino Unido, indicaram que perto de um quarto (24%) das lesões ocupacionais foram provocadas por tarefas de MMC (HSE, 2013).

2.1. Lesões

As tarefas de MMC normalmente envolvem um esforço físico tanto estático como dinâmico para o corpo humano, suficiente para serem classificadas como trabalho pesado (NIOSH, 2007).

Quando os limites individuais para executar as tarefas de MMC, quer frequentemente ou ocasionalmente, são ultrapassados, podem resultar em problemas de saúde (por exemplo: desconforto, dor, fadiga ou lesão) para os trabalhadores.

A MMC pode afetar a saúde dos trabalhadores através de um esforço repetitivo sem recuperação ou com recuperação incompleta da fadiga, capaz de levar à degradação gradual e cumulativa do sistema músculo-esquelético: músculos, tendões, ligamentos, articulações e ossos (Kumar et al., 2000). A coluna vertebral (Figura 2.1), em particular a zona lombo-sacra, é a zona do corpo mais atingida pelas forças biomecânicas cumulativas provenientes do esforço físico repetitivo exigido pelas tarefas de MMC (Waters et al., 2006). A coluna lombar é constituída por cinco vertebbras (desde a L1 à L5), separadas por discos intervertebrais, e a coluna sagrada por cinco vertebbras ligadas entre si (desde a S1 à S5). As forças biomecânicas que atuam na coluna vertebral podem ser do tipo compressivo, de torção e de corte/cisalhamento (Figura 2.2) (Marras et al., 2006; Davis & Marras, 2005).



Figura 2.1 - Regiões da coluna vertebral
(Adaptado de SpineUniverse, 2015)

Os discos intervertebrais são elementos existentes entre as vértebras da coluna, fundamentais para o amortecimento das forças biomecânicas e para a mobilidade da coluna vertebral (Adams & Roughley, 2006). Ao longo do tempo as forças biomecânicas cumulativas que atuam nos discos intervertebrais podem originar danos e degeneração dos seus componentes.

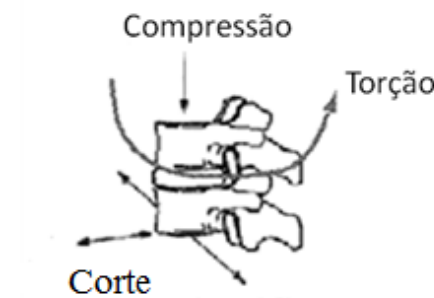


Figura 2.2 - Diferentes tipos de forças a atuar na coluna vertebral
(Adaptado de Marras, 2000)

Embora a região lombo-sagrada seja a mais atingida pelas tarefas de MMC, os músculos dessa região também são afetados pelo esforço físico repetitivo (Lavender et al., 2012; Butler et al., 2007; Marras et al., 1998). Os danos físicos nessa região podem resultar em dores lombares crónicas, normalmente, designadas por lombalgias (Nunes, 2006). A MMC representa um fator de risco físico de origem ocupacional muito importante para o desenvolvimento destas patologias. Contudo, as tarefas de MMC também podem afetar e causar lesões noutras zonas do corpo como por exemplo nos membros superiores (Dempsey & Hashemi, 1999).

Apesar da maioria dos problemas de saúde resultantes da execução de tarefas de MMC se desenvolverem por repetição, existem também os que são provocados por acontecimentos únicos, classificados como acidentes de trabalho. Em Portugal, os dados estatísticos referentes ao período de 2005-2008 indicam que um quinto dos acidentes de trabalho é proveniente de tarefas de MMC (GEP, 2008). A ocorrência e o aumento do risco de acidentes de trabalho em tarefas de MMC estão normalmente relacionados com as condições inadequadas do local ou ambiente de trabalho que incluem, por exemplo, as características físicas do espaço de trabalho, a iluminação, o ruído ou as condições atmosféricas ou ainda com casos em que as cargas movimentadas são difíceis de agarrar, volumosas, pesadas, estão desequilibradas ou são instáveis (Lortie, 2012; Azevedo, 2010; EU-OSHA, 2007b). Os acidentes de trabalho em tarefas de MMC podem, por exemplo, ser causados por: quedas, choques ou pancadas, constrangimentos físicos do corpo, escorregamentos, esmagamentos ou sobreesforços físicos, e atingir diferentes zonas do corpo, provocando diversos tipos de lesões como contusões, feridas superficiais, lacerações, fraturas, distensões ou entorses (Azevedo, 2010; Dempsey & Hashemi, 1999).

2.2. Legislação e normalização

Em Portugal a regulamentação da MMC é feita através do Decreto-Lei nº 330/93 de 25 de Setembro, que estabelece o enquadramento relativo às prescrições mínimas de segurança e de saúde respeitantes à movimentação manual de cargas que comportem riscos, nomeadamente na região dorso-lombar, para os trabalhadores (MESS, 1993). Este Decreto-Lei veio transpor para a ordem jurídica interna a Diretiva Europeia 90/269/CEE do Conselho, de 29 de Maio, relativa à mesma temática. Em termos gerais a legislação visa garantir a melhoria da prevenção e da proteção dos trabalhadores envolvidos neste tipo de tarefas, estabelecendo algumas obrigações aos empregadores que abordam os seguintes assuntos:

- Medidas gerais de prevenção;
- Avaliação dos elementos (fatores) de risco;
- Reavaliação dos elementos de risco;
- Consulta dos trabalhadores;
- Informação e formação dos trabalhadores sobre a MMC;
- Fiscalização;
- Contraordenações.

A nível internacional existem Normas ISO (*International Organization for Standardization*) que estabelecem recomendações ergonómicas relativas à MMC, nomeadamente:

- ISO 11228-1:2003 – especifica limites recomendáveis para tarefas de levantamento (levantar e baixar) e transporte, tendo em conta a intensidade, a frequência e a duração da tarefa (ISO, 2003);
- ISO 11228-2:2007 – especifica limites recomendáveis para as tarefas de puxar e empurrar (ISO, 2007a);
- ISO 11228-3:2007 – estabelece recomendações ergonómicas para tarefas repetitivas em alta frequência envolvendo cargas pequenas (ISO, 2007b).

2.3. Fatores de risco

As tarefas de MMC podem ser consideradas como um sistema complexo, constituído pela interligação de múltiplos elementos (por exemplo: características do trabalhador, do posto de trabalho, da carga), que deve ser adaptado ou ajustado à capacidade do trabalhador de maneira a que a carga de trabalho não seja excessiva (Ayoub & Mital, 1989). No entanto, a adaptação total nem sempre é possível, implicando a exposição do trabalhador a diversos fatores de risco

associados à MMC. O fator de risco é entendido como qualquer fonte ou situação com potencial para causar um efeito adverso na saúde do trabalhador (Nunes, 2006).

Os fatores de risco associados às tarefas de MMC podem ser agrupados, de forma geral, em três categorias: fatores de risco relacionados com o trabalho, fatores de risco individuais e fatores de risco psicossociais (Ayoub & Mital, 1989). Assim:

- Fatores de risco relacionados com o trabalho:
 - Características da carga;
 - Manuseamento e equilíbrio;
 - Distância horizontal;
 - Distância vertical e deslocamento vertical;
 - Distância percorrida;
 - Frequência da tarefa;
 - Duração da tarefa;
 - Condições ambientais;
 - Organização, dimensões e condições do local de trabalho;
- Fatores de risco individuais:
 - Idade;
 - Sexo;
 - Características antropométricas e constituição física;
 - Situação clínica.
- Fatores de risco psicossociais
 - Satisfação em relação ao trabalho;
 - Monotonia das tarefas;
 - Autonomia do trabalho.

Estes fatores de risco devem ser eliminados ou pelo menos reduzidos, de forma sistemática com o objetivo de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

2.3.1. Fatores de risco relacionados com o trabalho

Na temática da MMC, os fatores de risco relacionados com o trabalho estão associados às características das tarefas de MMC e do ambiente de trabalho onde são executadas.

a) Características da carga

As cargas são caracterizadas pelo volume, o formato e o peso, tendo estas características uma influência direta na capacidade de executar a MMC. O peso da carga é normalmente a

característica que mais limita a execução de MMC e o seu aumento tem um papel importante no aumento do risco de lombalgias. Para minimizar esse risco, têm sido estabelecidos na bibliografia científica vários limites de peso recomendáveis e, ou, aceitáveis para os diferentes tipos de tarefas de MMC e condições de trabalho (Mital et al., 1997; Waters et al., 1993; Snook & Ciriello, 1991). A legislação portuguesa, já referida, indica que cargas demasiado pesadas (> 30 kg em movimentações ocasionais e > 20 kg em movimentações frequentes) devem ser evitadas por comportarem riscos para a segurança e a saúde do trabalhador, particularmente na região dorso-lombar.

Apesar das cargas poderem ter diversas formas, a maioria dos estudos científicos efetuados na temática da MMC envolve a utilização de cargas regulares e simétricas como é o caso de caixas. As cargas simétricas e rígidas facilitam o manuseamento, o equilíbrio postural e diminuem as assimetrias das forças biomecânicas que atuam no sistema músculo-esquelético (Mital et al., 1997). No entanto, nem sempre as cargas têm formas regulares e simétricas. As cargas assimétricas, irregulares, difíceis de agarrar, volumosas, contendo líquidos ou cargas vivas (por exemplo: pessoas ou animais), ainda muito comuns em diversas indústrias, podem levar a situações de risco, pois afetam o equilíbrio do trabalhador e da carga e a capacidade para executar a MMC. A deslocação lateral do centro de gravidade das cargas assimétricas, das cargas contendo líquidos (parcialmente) ou de cargas vivas, em relação ao centro de gravidade do trabalhador, no plano frontal, leva ao aumento das assimetrias das forças biomecânicas na zona lombar e nos membros superiores (ISO, 2003; Gagnon et al., 2000). Segundo Mital et al. (1997), o comprimento horizontal (no plano sagital do trabalhador) é a dimensão da carga que mais afeta a capacidade de MMC. Um maior comprimento da carga aumenta a distância horizontal entre a coluna vertebral e o centro de gravidade do objeto, provocando maiores forças biomecânicas nos membros superiores e em particular na região lombo-sacra da coluna, aumentando o risco de lombalgias. Por outro lado, o aumento da largura da carga (no plano frontal do trabalhador), apesar de ter menor impacto na capacidade da MMC, provoca maior esforço físico, nomeadamente nos ombros e nos braços. A altura da carga (no plano transversal do trabalhador) pode interferir e limitar a visão do trabalhador provocando um aumento do risco de acidentes de trabalho.

A legislação obriga a entidade empregadora a disponibilizar aos seus trabalhadores informações sobre as características da carga (peso, volume, centro de gravidade, etc.).

b) Manuseamento e equilíbrio

A maneira de pegar na carga e movimentá-la afeta o equilíbrio da carga e do trabalhador e o esforço exigido. A utilização das duas mãos durante a movimentação aumenta a capacidade de

trabalho, melhora o equilíbrio do trabalhador e da carga, e diminui as assimetrias das forças biomecânicas no sistema músculo-esquelético (Mital et al., 1997).

A presença de pegas ou pontos de apoio nas cargas facilita a movimentação e contribui para o aumento da capacidade de trabalho e da estabilidade postural do trabalhador e da carga, evitando o aumento do risco de lesões e acidentes de trabalho. Em tarefas de elevação e abaixamento a presença de pegas tem um importante papel na redução das forças biomecânicas exercidas na região lombo-sacra da coluna. Essa redução é mais evidente quando o trabalhador movimenta as cargas em níveis mais próximos do solo, onde as forças biomecânicas são mais elevadas (Davis et al., 1998). Marras et al. (1999) indicam que a inclusão de pegas nas cargas tem um efeito na redução das forças biomecânicas na coluna semelhante a reduzir o peso da carga. Por estas razões algumas metodologias de avaliação do risco da MMC, como é o caso da NIOSH'91 (Waters et al., 1994) ou o Guia de Mital (Mital et al., 1997), têm em consideração a qualidade das pegas da carga. As características e a localização das pegas, recortes ou pontos de apoio devem ser adaptadas ao tipo de tarefas e às características das cargas movimentadas. Segundo a Norma ISO 11228-1:2003 as cargas de maiores dimensões devem dispor de duas pegas localizadas de forma simétrica em relação ao centro de gravidade da carga (ISO, 2003). De acordo com Kingma et al. (2010) quando é necessário elevar e baixar até ao chão cargas volumosas (que não permitem ser colocadas entre as pernas), a localização das pegas na parte superior das cargas evita que o trabalhador tenha que fletir tanto a coluna.

c) Distância horizontal

A distância horizontal está relacionada com a distância desde o tronco do trabalhador até à localização das mãos na carga. No entanto nem todas as metodologias de avaliação do risco de MMC medem a distância da mesma forma, levando a dificuldades e problemas na comparação dos resultados da avaliação do risco (Potvin & Bent, 1997). A NIOSH'91 (Waters et al., 1994) define a distância horizontal como a distância entre as mãos e a linha vertical que passa pelos tornozelos no início da elevação/abaixamento, ao passo que o Guia de Mital (Mital et al., 1997) considera a dimensão da carga no plano sagital do trabalhador. O aumento da distância horizontal leva ao aumento das forças biomecânicas na coluna vertebral, que por sua vez provocam um aumento do risco de lombalgias e reduzem a capacidade do trabalhador em executar tarefas de elevar e baixar cargas (Waters et al., 1994). Alguns estudos indicam que a distância horizontal é influenciada pelo treino e pela experiência dos trabalhadores em tarefas de MMC ou pela localização horizontal da carga no início ou final da movimentação (Faber et al., 2011; Gagnon, 2003; Marras et al. 1997).

d) Distância vertical e deslocamento vertical

A distância vertical e o deslocamento vertical percorrido durante a movimentação da carga têm uma influência direta na capacidade do trabalhador executar a MMC. A distância vertical é normalmente definida como a altura desde o solo até à localização das mãos na carga no início da movimentação. O deslocamento vertical é definido pela diferença da altura das mãos desde o início até ao destino da elevação ou do abaixamento. Alguns autores de metodologias que avaliam o risco da MMC como a NIOSH'91 (Waters et al., 1994), o Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997) e os Modelos de Shoaf (Shoaf et al., 1997) recomendam que a elevação, o abaixamento e o transporte das cargas devam ser feitos a uma distância vertical de 75 cm, enquanto o Guia de Mital (Mital et al., 1997) recomenda 79 cm para o sexo masculino e 72 cm para o sexo feminino. Estes valores estão associados à altura do metacarpo do dedo médio das mãos e à medida que a distância se afasta destes valores a capacidade do trabalhador diminui. No caso do deslocamento vertical à medida que este aumenta a capacidade do trabalhador diminui, no entanto alguns autores indicam que se o deslocamento for igual ou inferior a 25 cm a capacidade do trabalhador não é afetada (Waters et al., 1994; Hidalgo et al., 1997). A alteração da distância vertical e do deslocamento vertical provocam diferentes valores de forças biomecânicas na coluna vertebral como está registado nos estudos desenvolvido por Marras et al. (1999), Ferguson et al. (2002) e Lavender et al. (2003). Nestes estudos os valores das forças foram mais elevados quando as cargas eram movimentadas em níveis mais próximos do solo. Por outro lado, diferentes estudos indicam que a capacidade do trabalhador é máxima nas tarefas de empurrar quando as mãos são colocadas na carga a uma distância vertical a aproximadamente 1 metro, enquanto nas tarefas de puxar a aproximadamente 0,60 metros (Mital et al., 1997; Shoaf et al., 1997; Hoozemans et al., 1998). Nestas tarefas o esforço físico aumenta à medida que a distância se afasta destes valores.

e) Distância percorrida

A distância percorrida na MMC está associada às tarefas do tipo transportar, empurrar e puxar cargas. Diversos estudos consideram que à medida que a distância percorrida aumenta a capacidade do trabalhador em executar estas tarefas diminui significativamente e o risco de desenvolvimento de lombalgias aumenta (Snook & Ciriello, 1991; Knapik & Marras, 2009; Garg et al., 2014).

f) Frequência da tarefa

A frequência da tarefa de MMC pode ser definida pelo número médio de movimentos (por exemplo: elevar, baixar, transportar) que o trabalhador realiza num determinado intervalo de tempo. O aumento da frequência leva à diminuição da capacidade do trabalhador executar a

MMC e constitui um fator de risco importante no desenvolvimento de desconforto, de fadiga muscular e de lesões, em particular lombalgias (Mital et al., 1997; Dempsey, 1999).

O estudo da frequência na MMC é feito segundo as abordagens: biomecânica, psicofísica e, ou, fisiológica. A abordagem fisiológica e a psicofísica são normalmente utilizadas para o estudo de tarefas de MMC repetitivas, como por exemplo em linhas de montagem ou embalagem de produtos, enquanto a abordagem biomecânica é utilizada em estudos de tarefas de MMC infrequentes ou ocasionais que envolvem um esforço físico elevado, como por exemplo na movimentação de peças de máquina (Dempsey et al., 2008). Para frequências reduzidas a abordagem biomecânica é o critério limitante da capacidade do trabalhador executar a MMC, estabelecendo valores mais baixos de peso da carga recomendados comparativamente às abordagens psicofísica e fisiológica (Dempsey, 1999). Na abordagem biomecânica os pesos de carga recomendados são estabelecidos através dos limites de forças biomecânicas suportadas pelo sistema músculo-esquelético, em particular pela coluna lombo-sagrada. Na abordagem psicofísica a capacidade de trabalho está relacionada com a adaptação do peso máximo aceitável pelos trabalhadores para diferentes frequências ou na adaptação da frequência máxima aceitável para um determinado peso da carga (Snook & Ciriello, 1991). De acordo com alguns estudos a abordagem psicofísica é mais aconselhada para a MMC repetitiva a frequências moderadas (≤ 4 vezes/min.) e não para frequências elevadas (> 4 vezes/min.), uma vez que os trabalhadores tendem a sobrestimar a sua capacidade de trabalho a frequências elevadas (Hidalgo et al., 1997). Para frequências elevadas os pesos de carga recomendados são estabelecidos pela abordagem fisiológica com o recurso a diferentes critérios como, por exemplo, o consumo de energia metabólica ou a frequência cardíaca. Segundo Mital et al.(1997) a frequências elevadas a resistência do trabalhador é limitada em primeiro lugar pelo sistema cardiovascular e não pela força muscular, e à medida que a frequência aumenta o consumo de energia metabólica e a frequência cardíaca aumentam.

g) Duração da tarefa

A duração da tarefa corresponde ao período de tempo em que um trabalhador realiza de forma contínua tarefas de MMC. O aumento da duração da tarefa de MMC provoca uma diminuição da resistência física do trabalhador, manifestando-se na diminuição da capacidade de executar estas tarefas (Mital et al., 1997; Hidalgo et al., 1997). Quando o trabalhador executa a MMC durante um determinado período de tempo e a uma determinada frequência, seguido de um período de recuperação física inadequado, existe uma sobrecarga do sistema músculo-esquelético que leva à acumulação de fadiga física e ao aumento do risco de lombalgias. Para impedir a fadiga física e o aumento do risco de lombalgias, deve ser definido sempre que necessário um tempo de repouso e de recuperação física entre tarefas de MMC (Waters et al.,

1994). O tempo de repouso pode ser alcançado através da execução de tarefas fisicamente mais leves (por exemplo: sentado numa secretária, monitorizar operações), pausas espontâneas, pausas agendadas ou pausas condicionadas pelo processo produtivo.

h) Condições ambientais

As condições ambientais do local de trabalho como a temperatura ambiente, a humidade relativa, a ventilação e a iluminação, são parâmetros que influenciam a saúde e o bem-estar dos trabalhadores. Para além disso, quando as tarefas de MMC não são executadas sob condições ambientais moderadas (temperatura ambiente entre 19-26°C e humidade relativa entre 35-50%) causam *stress* térmico no trabalhador que se manifesta num aumento de *stress* físico, refletindo-se na redução da capacidade de trabalho (Waters et al., 1994; Mital et al., 1997). Algumas metodologias de avaliação do risco da MMC como o Guia de Mital (Mital et al., 1997), o Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997) e os Modelos de Shoaf (Shoaf et al., 1997), avaliam o *stress* térmico através do índice WBGT - *Wet Bulb Globe Temperature* (°C).

Por outro lado, uma iluminação inadequada (≤ 200 lux) e, ou, correntes de ar podem aumentar o risco de acidentes de trabalho ou obrigar à adoção de posturas inadequadas para executar a MMC (EU-OSHA, 2008; MESS, 1993). Algumas metodologias de avaliação do risco na MMC como o KIM – *Key Indicator Method* (Steinberg, 2012) e o MAC – *Manual Handling Assessment Charts* (HSE, 2006) têm em consideração a iluminação e a ventilação quando avaliam as condições ambientais do local de trabalho.

i) Organização, dimensões e condições do local de trabalho

A organização e as dimensões do local de trabalho têm influência na capacidade do trabalhador executar tarefas de MMC. Tarefas de MMC executadas em postos de trabalho de dimensões inadequadas, inadequados às dimensões antropométricas do trabalhador e, ou, com obstáculos no caminho, levam a que os trabalhadores reorientem o corpo e a carga conduzindo, por vezes, a constrangimentos posturais e à adoção de posturas inadequadas. A colocação de cargas em locais com pouco espaço disponível ou o transporte de cargas em locais estreitos obriga o trabalhador a ter um cuidado suplementar. Esta manipulação cuidadosa aumenta o tempo de sustentação da carga, reduzindo a capacidade do trabalhador executar a MMC (Mital et al., 1997). A capacidade também é reduzida quando os trabalhadores são obrigados a estar agachados, ajoelhados, com a coluna fletida ou em rotação, devido às superfícies de trabalho serem muito baixas ou pelo espaço disponível restringir excessivamente a postura do trabalhador, como por exemplo em zonas onde o teto é baixo ou em espaços confinados.

As más condições do pavimento do posto de trabalho como por exemplo pavimento irregular, instável, desnivelado, escorregadio ou com objetos no caminho, estão associadas ao aumento do

risco de acidentes de trabalho. A presença de desníveis acentuados ou de escadas também dificulta a realização da MMC, aumentando o esforço físico exigido e o risco de lesões (ISO, 2003).

2.3.2. Fatores de risco individuais

Os fatores de risco individuais estão associados a características do trabalhador que afetam a capacidade de executar a MMC e aumentam o risco de lombalgias como sejam a idade, o sexo, as características antropométricas, a constituição física e a situação clínica.

a) Idade

O aumento da idade pode limitar a capacidade de executar tarefas de MMC devido a serem tarefas fisicamente exigentes, que impõem elevada coordenação muscular e articular. No entanto, a relação entre a limitação da capacidade física do trabalhador e o aumento da idade não é consensual nos estudos científicos realizados na temática da MMC. Estudos psicofísicos com o objetivo de comparar os pesos máximos aceitáveis na MMC por uma população jovem (18-35 anos de idade) e uma população mais velha (55-74 anos de idade) não chegaram a diferenças significativas entre as duas populações (Wright & Mital, 1999a, 1999b). Os autores dos estudos afirmam que a idade do trabalhador não deve ser um fator de risco que deva ter uma preocupação exagerada, desde que a população mais velha tenha capacidade física para realizar a MMC. Por outro lado, ao aumento da idade está associado o aumento da experiência de trabalho. De acordo com os estudos desenvolvidos por Plamondon et al. (2013; 2010) e por Gagnon (2005), em tarefas de MMC os trabalhadores mais experientes, em comparação com os menos experientes, evitam fletir a coluna vertebral, têm a carga mais junto ao corpo e inclinam a carga para iniciar a movimentação. Segundo estes autores, a adoção destas posturas e técnicas podem estar relacionadas com a experiência devido ao aumento da idade. Contudo, deve ter-se em conta que o aumento da idade implica o aumento do risco de lesões músculo-esqueléticas como é o caso das lombalgias e, por essa razão, sempre que seja possível os trabalhadores mais velhos, especialmente com mais de 50 anos de idade, não devem executar tarefas de MMC (Wright & Mital, 1999a; Mital et al., 1997). Além disso, o aumento da idade provoca mudanças físicas no sistema músculo-esquelético e no sistema cardiovascular que se manifestam na diminuição da força muscular, da flexibilidade das articulações e da resistência do corpo a desgastes crónicos e degenerativos (Kenny et al., 2008; Shephard, 2010).

b) Sexo

No que se refere ao sexo do trabalhador, existem diferenças significativas tanto na sua representatividade a executar tarefas de MMC como na capacidade de as executar. Segundo o 5º

IECT, na EU-27, 42% dos trabalhadores do sexo masculino e 24% do sexo feminino executam tarefas de MMC (Eurofound, 2012). Nas tarefas de MMC o sexo masculino também apresenta pesos máximos aceitáveis/recomendados de carga mais altos que o sexo feminino (Ciriello et al., 2011; Mital et al., 1997). No entanto, o sexo feminino demonstra ter maior resistência física a executar tarefas de MMC repetitivas (Hidalgo et al., 1997). De acordo com Marras et al. (2002), o maior Índice de Massa Corporal (IMC) do sexo masculino, em termos gerais, provoca maiores forças compressivas na coluna lombar comparativamente com o sexo feminino quando executam tarefas de MMC, contudo no sexo feminino os valores dessas forças estão mais próximos dos limites de tolerância, estando por isso sujeitas a um risco mais elevado de contrair lesões lombares. Além disso, as alterações hormonais das mulheres (por exemplo: gravidez e menopausa) e a execução de tarefas domésticas também contribuem para a sobrecarga do sistema músculo-esquelético e para o desenvolvimento de lombalgias (Hoogendoorn et al., 1999; Paul et al., 1994).

c) Características antropométricas e constituição física

A adaptação do posto de trabalho e das tarefas às diferentes características antropométricas dos trabalhadores (por exemplo: altura, dimensão de diferentes segmentos corporais) têm constituído um desafio para as empresas. Trabalhadores com percentis que se afastam das dimensões médias da população têm dificuldade em executar as tarefas sendo por vezes obrigados a adotar posturas inadequadas. A altura dos trabalhadores pode constituir uma desvantagem na execução de tarefas de MMC. Os trabalhadores mais altos podem estar em desvantagem em relação aos mais baixos em situações em que é necessário levantar ou baixar cargas junto ao chão, uma vez que precisam de fletir mais a coluna vertebral, situação que provoca forças biomecânicas maiores na mesma (Splittstoesser et al., 2007).

A constituição física do trabalhador também se assume como uma característica individual que pode afetar a execução de tarefas de MMC. Trabalhadores com maior força muscular são mais capazes de executar tarefas de MMC e têm tendência a contrair menos lesões que trabalhadores com menor força muscular (Mital & Kumar, 1998). Contudo, os trabalhadores com maior força muscular podem sobrestimar a sua força e adotar uma estratégia de movimentar maior quantidade de cargas por deslocação, implicando maior peso, em vez de dividir o peso das cargas por várias deslocações (Bartlett et al., 2007; Mital et al., 1997).

A obesidade dos trabalhadores ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$) pode ter consequências negativas nas atividades de trabalho como, por exemplo, no aumento do absentismo e na diminuição da produtividade. Na execução de tarefas de MMC os trabalhadores obesos apresentam dificuldades locomotivas, cansam-se mais rapidamente e têm tendência a contrair mais lesões (Mital & Kumar, 1998; Craig et al., 1998). Na elevação ou no abaixamento de cargas o excesso

de gordura dos trabalhadores demonstrou ser responsável por maiores picos de forças biomecânicas na coluna lombo-sagrada (Corbeil et al., 2013). No entanto, de acordo com a revisão sistemática desenvolvida por Leboeuf-Yde (2000), não existe evidência clara entre o aumento do peso corporal e o desenvolvimento de lombalgias.

De acordo com Mital et al. (1997) os trabalhadores mais altos, obesos ou com menor força muscular apresentam desvantagens na execução de tarefas de MMC, particularmente nas repetitivas.

d) Situação clínica

O histórico clínico dos trabalhadores que vão executar ou executam tarefas de MMC deve ser analisado e, sempre que possível, deve evitar-se a (re)introdução de trabalhadores com um historial de lombalgias. De acordo com Violante et al. (2000), embora a maioria dos trabalhadores recupere totalmente de um episódio de lombalgia, a taxa de reincidência é muito elevada. Os valores das taxas de reincidência variam muito entre estudos devido à utilização de diferentes metodologias de recolha de dados ou a diferentes definições de reincidência ou de lombalgia. No entanto, segundo a EU-OSHA (Beek & Hermans, 2000) entre 60% a 90% das pessoas vão sofrer de lombalgias pelo menos uma vez na vida, a taxa de reincidência de lombalgia ao fim de um ano é de 20% a 44% e ao longo da vida é superior a 85%.

2.3.3. Fatores de risco psicossociais

Os fatores de risco psicossociais estão relacionados com as perceções subjetivas e as valorizações emocionais (fatores psicológicos) que os trabalhadores têm do modo como o trabalho é organizado, gerido e executado (Nunes, 2006).

Diversos autores têm estabelecido uma relação entre o aumento do risco de lombalgias em trabalhadores que executam tarefas de MMC e a perceção negativa a diferentes fatores psicossociais, nomeadamente: a satisfação em relação ao trabalho, cadência do trabalho, a monotonia das tarefas, a autonomia no trabalho ou o apoio social entre colegas (Davis et al., 2002; Hoogendoorn et al., 2000, 2002; Latza et al., 2002; Marras et al., 2000). A perceção negativa destes fatores também está associada ao desenvolvimento de desequilíbrios hormonais, de tensão ou fadiga muscular, à aplicação de força excessiva, a alteração da perceção da dor ou à ausência do relato de sintomas (Hoogendoorn et al., 2000).

2.4. Metodologias de identificação e avaliação de risco

O elevado número de lombalgias desenvolvidas pelos trabalhadores que executam tarefas de MMC tem levado a que as empresas e a comunidade científica tenham procurado ao longo das últimas décadas quantificar a exposição ao risco destas tarefas. A quantificação da exposição tem como objetivos prevenir que os trabalhadores executem tarefas de MMC com risco associado e que sejam implementadas medidas de controlo ergonómico para eliminar ou reduzir esse mesmo risco (Russell et al., 2007).

As metodologias presentes na bibliografia científica abrangem todo o tipo de tarefas de MMC como as tarefas de elevar, baixar, transportar, empurrar, puxar e segurar cargas, mas também podem ir além da temática da MMC e contemplarem a avaliação de risco de LMERT que estão associadas à adoção de posturas inadequadas ou a movimentos repetitivos, como é exemplo o *Quick Exposure Check* – QEC (David et al., 2008) e o FAST ERGO-X (Nunes, 2009). Por outro lado, também têm sido desenvolvidas metodologias mais específicas que avaliam o risco de um tipo de tarefa de MMC em particular ou metodologias que são adaptadas a postos de trabalho de um setor de atividade específico (Knapik & Marras, 2009; Ferguson et al., 2002; Marras et al., 1997).

As metodologias de avaliação de risco podem apresentar diversos benefícios como, por exemplo, permitir identificar tarefas de risco, desenvolver medidas de controlo e avaliar a eficácia da implementação dessas medidas ou identificar e priorizar características específicas das tarefas que estejam a contribuir para o aumento desse risco (Van Der Beek et al., 2005; Dempsey et al., 2001).

Contudo, a diversidade das metodologias disponíveis na literatura científica coloca o problema da seleção e aplicação das mais adequadas. Para a seleção e aplicação das metodologias, têm surgido alguns estudos comparativos entre metodologias que utilizam diferentes *inputs* e *outputs*, diferentes capacidades de interpretação dos resultados obtidos e diferentes tipos de abordagens como a biomecânica, a psicofísica e, ou, a fisiológica (Marklin & Wilzbacher, 2010; Russell et al., 2007; Van Der Beek et al., 2005; Mital & Ramakrishnan 1999). Alguns estudos concluíram que existem metodologias que não são fáceis de compreender, têm limitações de aplicabilidade no tipo de tarefas e/ou cargas movimentadas, a aplicação é morosa, são suscetíveis a erros de aplicação quando o utilizador não tem conhecimento e, ou, experiência em ergonomia ou na temática da MMC, ou requerem um investimento financeiro ou de recursos humanos considerável (Steinberg, 2012; Marras et al. 1999; Waters et al., 1998). Outros problemas presentes em algumas das metodologias têm que ver com a incerteza e a insegurança da sua utilização na avaliação de risco das tarefas de MMC (Russell et al., 2007; Marras et al.,

2000). Em resposta a estes problemas e na tentativa de ajudar os utilizadores na avaliação, as autoridades das condições de trabalho de alguns países como, por exemplo, a Alemanha e o Reino Unido, desenvolveram metodologias de avaliação de risco das tarefas de MMC como é o caso do KIM – *Key Indicator Method* (Steinberg, 2012) e do MAC (HSE, 2014b). Estas metodologias foram ajustadas às condições de trabalho das empresas e tiveram como um dos aspetos mais importantes no seu desenvolvimento a usabilidade. Mais tarde começaram a ser aplicadas a nível europeu (EU-OSHA, 2014a, 2014c).

A nível europeu, para tentar clarificar e ajudar na seleção e na aplicação das diversas metodologias, entre outros objetivos que são descritos de seguida, o *Senior Labour Inspectors Committee* – SLIC promoveu uma campanha de informação e inspeção, orientada pela Diretiva Europeia 90/269/CEE e intitulada por “Alivie a Carga!” (CARIT, 2007a, 2007b). A campanha teve como principais objetivos:

- Melhorar a conformidade das ações da Diretiva Europeia 90/269/CEE nos diferentes países da UE;
- Aumentar a consciência da entidade patronal e dos trabalhadores sobre os riscos associados a tarefas de MMC;
- Divulgar medidas de prevenção e de boas práticas no âmbito da eliminação ou da redução das tarefas de MMC na UE;
- Promover uma mudança cultural na abordagem dos riscos associados a tarefas de MMC, agindo sobre os problemas de base, em vez de agir sobre o modo como as pessoas trabalham.

A campanha teve um caráter de promoção da prevenção do problema da MMC e na realização de ações de controlo/inspeção nos locais de trabalho onde se executavam tarefas de MMC.

Da campanha resultou uma classificação para as metodologias de identificação e de avaliação dos riscos das tarefas de MMC.

A classificação foi estabelecida segundo o nível de intervenção e aumento de especificidade das metodologias, tendo as mesmas sido agrupadas em três níveis diferentes (EU-OSHA, 2014b):

- Nível I – identificação do risco;
- Nível II – avaliação do risco;
- Nível III – avaliação do risco mais detalhada para problemas complexos e/ou específicos.

Na Figura 2.3 estão alguns exemplos de metodologias de cada um dos níveis de intervenção.

De seguida apresenta-se a descrição da classificação de cada um dos níveis de intervenção das metodologias.

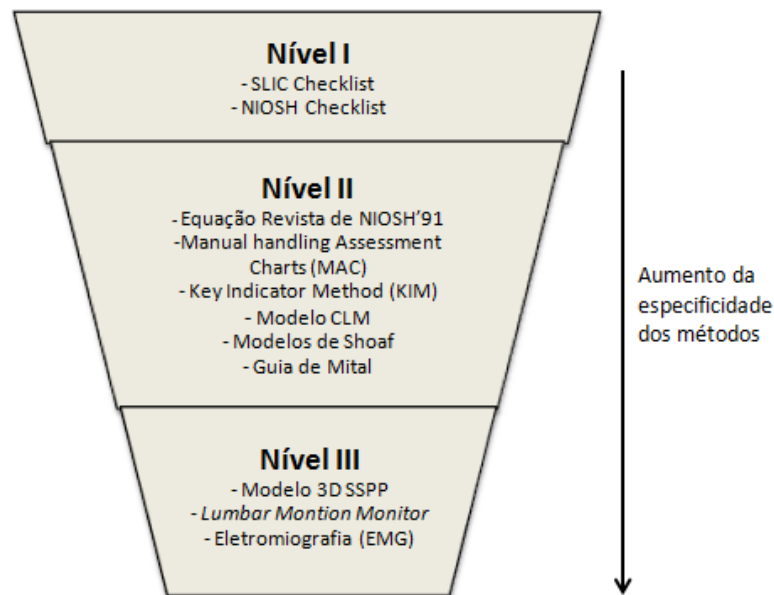


Figura 2.3 - Exemplos de metodologias de acordo com o nível de intervenção (Adaptado de Colim, 2009)

- **Nível I – identificação do risco**

As metodologias de nível I são ferramentas do tipo lista de controlo – *checklist* – que têm como objetivos a descrição das tarefas de MMC, das condições e exigências físicas da MMC, e a identificação do risco associado às tarefas de MMC de acordo com a Diretiva Europeia 90/269/CEE. No entanto, estas metodologias não consideram qualquer fator de risco individual como, por exemplo, a idade ou o peso corporal do trabalhador.

Estas metodologias são particularmente úteis para serem utilizadas como “primeiro passo” para uma avaliação de risco, não requerem medições de parâmetros por parte dos utilizadores, são de fácil e rápida aplicação e apenas requerem o conhecimento das tarefas de MMC. As características e os problemas identificados pelas metodologias são classificados através da experiência dos utilizadores. Na aplicação destas metodologias é importante utilizar o senso comum, cooperar com os trabalhadores e comparar os resultados com situações de trabalho semelhantes. No entanto, caso exista incerteza quanto à presença do risco, deve recorrer-se às metodologias de nível II.

- **Nível II – avaliação do risco**

As metodologias de nível II permitem avaliar o risco inerente às tarefas de MMC e são geralmente baseadas em três abordagens: biomecânica, psicofísica e fisiológica.

A abordagem biomecânica envolve a medição da cinemática (por exemplo: velocidade, aceleração) e das forças biomecânicas impostas no sistema músculo-esquelético. Esta abordagem está associada a tarefas de MMC pouco frequentes e estabelece limites de forças máximas para a coluna lombo-sagrada (Waters et al., 1998).

A abordagem psicofísica está associada à percepção da capacidade de MMC por parte dos trabalhadores. Esta abordagem estabelece limites de peso máximo da carga considerados aceitáveis para uma determinada percentagem da população trabalhadora, segundo determinadas condições da tarefa como por exemplo a duração ou a frequência da tarefa (Snook & Ciriello, 1991). Os limites de peso são ajustados pelos trabalhadores de acordo com essas condições e a sensação de desconforto ou fadiga física (Waters et al., 1998). Esta abordagem é normalmente utilizada na avaliação de tarefas com frequência “moderada”.

A abordagem fisiológica estuda a exigência fisiológica da tarefa de MMC e compara com a capacidade (limite) fisiológica que o trabalhador tem para a executar (Waters et al., 1998). A exigência ou o limite fisiológico pode ser medido através de critérios como por exemplo a energia metabólica ou o batimento cardíaco. O principal objetivo desta abordagem é impedir a fadiga muscular (localizada ou geral) do trabalhador. Esta abordagem é normalmente utilizada no estudo de tarefas de MMC com frequência elevada (por exemplo: > 4 vezes/min.).

A avaliação de nível II engloba a descrição de parâmetros da tarefa de MMC como por exemplo o tipo de tarefa, o peso da carga, a frequência e a duração da tarefa, a distância da movimentação ou a descrição das condições de trabalho (EU-OSHA, 2014b). Este nível de intervenção tem de forma geral os seguintes objetivos:

- A descrição dos requisitos essenciais da tarefa e das condições de trabalho;
- Análise e quantificação do nível de risco;
- Identificação dos pontos de intervenção ergonómica.

A quantificação do nível de risco é normalmente feita através de um sistema de pontuação ou índice, que combina a exposição dos vários fatores de risco com o objetivo de prescrever limites de exposição de risco aceitáveis aos trabalhadores (David, 2005). Esta pontuação pode refletir o grau de probabilidade de risco de sobrecarga no sistema músculo-esquelético provocado pelas tarefas de MMC, assim, quanto mais elevada for a pontuação, maior é o risco associado (EU-OSHA, 2014b). Algumas destas metodologias, como por exemplo o Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997) e os Modelos de Shoaf (Shoaf et al., 1997), também avaliam fatores de risco individual como o sexo, a idade e o peso corporal. No entanto, nem todas as metodologias avaliam o mesmo tipo de tarefas de MMC. Na Tabela 2.1 encontram-se listados alguns exemplos de metodologias de nível II e os tipos de MMC que cada uma avalia.

Tabela 2.1 – Exemplos de metodologias de nível II e os tipos de tarefa de MMC que cada um avalia

Metodologia de avaliação de risco - Nível II	Tipos de tarefa de MMC avaliada	
NIOSH'91 (Waters et al., 1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar ou baixar com duas mãos 	
Modelos de Shoaf (Shoaf et al., 1997)	<ul style="list-style-type: none"> • Baixar • Empurrar • Puxar • Transportar 	com as duas mãos
Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar com duas mãos 	
Guia de Mital (Mital et al., 1997)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar e baixar com duas mãos, uma mão e com duas pessoas • Transportar com uma e com as duas mãos • Empurrar com uma e com as duas mãos • Puxar com uma e com as duas mãos • Segurar em diversas posições • Manipular cargas em posturas pouco comuns (elevar, baixar, empurrar e puxar) • Manipulações de cargas a alta frequência (elevar, baixar, transportar, rodar) 	
KIM (Steinberg, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar, baixar e transportar • Segurar • Empurrar e puxar 	
MAC (HSE, 2014b)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar ou baixar com duas mãos (1 a 4 trabalhadores) • Transportar com duas mãos 	

Para a aplicação das metodologias de nível II é necessário ter um bom conhecimento da atividade de trabalho a ser avaliada, senso comum, conhecimento na área da SST, no entanto, não é preciso formação ergonómica especial (EU-OSHA, 2014b). Na altura da aplicação é preciso ter alguma atenção, pois existe a possibilidade de erro ou de má interpretação, podendo existir por exemplo interpretações incorretas e subjetivas, obtenção e introdução incorreta de dados ou erros de cálculo.

Segundo Van Der Beek et al. (2005) e David (2005) a aplicação de várias metodologias oferece resultados mais fiáveis que a utilização de apenas uma. A comparação dos resultados obtidos pelas diferentes metodologias ajuda a validar o nível de risco e a chegar a um nível de risco “consensual” entre metodologias, que ajuda o utilizador/avaliador a tomar medidas de intervenção ergonómica (Marklin & Wilzbacher, 2010). Estas metodologias também permitem quantificar os benefícios dessas medidas na redução ou eliminação do risco, que podem ser utilizados como “justificação” para o investimento.

- **Nível III – avaliação do risco mais detalhada para problemas complexos e/ou específicos**

Caso seja necessária uma avaliação de risco mais detalhada e precisa, deve-se utilizar as metodologias de nível III. Estas metodologias permitem avaliar o risco de problemas extraordinários e específicos – que não podem ser avaliados pelas metodologias de nível II – como são exemplos tarefas complexas e frequentemente em mudança ou tarefas de elevada exigência física e formação especial (EU-OSHA, 2014b). Para além destes casos, também podem ser aplicadas quando existem problemas associados à carga de trabalho como por exemplo crescentes deficiências na qualidade de trabalho, conceção do trabalho para tarefas com grande exigência física, inúmeras reclamações, problemas de saúde e absentismo. Dentro deste nível, podem-se destacar o *Lumbar Motion Monitor* (LMM) e a Eletromiografia (EMG) que permitem analisar a atividade muscular e fornecem informação detalhada de vários parâmetros como por exemplo a estimativa das forças biomecânicas exigidas na MMC (David, 2005). Para utilizar as metodologias de nível III é necessário que o avaliador tenha conhecimentos específicos em ergonomia, fisiologia, biomecânica e SST, tal como, conhecimento pormenorizado da atividade de trabalho a avaliar (EU-OSHA, 2014b). A aplicação da metodologia requer diferentes tipos de ferramentas ou operações como sejam:

- Análise da tarefa;
- Estudo dos tempos e dos movimentos efetuados;
- Estimativa dos parâmetros fisiológicos como por exemplo o ritmo cardíaco, a atividade bioelétrica muscular ou o consumo de oxigénio;
- Estimativas das forças biomecânicas realizadas nos movimentos estáticos e/ou dinâmicos;
- Medição de parâmetros ambientais;
- Realização de inquéritos aos trabalhadores.

Consequentemente, a complexidade e o esforço exigido para aplicação destas metodologias é normalmente elevado, dependendo da estrutura do problema e das consequências para a segurança, saúde dos trabalhadores e para a economia (EU-OSHA, 2014b). Por essa razão, quando estas metodologias são aplicadas, os avaliadores contam com o apoio de instituições ligadas à área da SST, de consultoras especializadas, de universidades e de institutos tecnológicos ou científicos, que dispõem dos recursos humanos e materiais necessários. Desta forma, nem sempre é possível recorrer e aplicar este nível de metodologias. De acordo com David (2005) estas metodologias são normalmente utilizadas e mais adequadas para investigação de tarefas de MMC simuladas e específicas, realizadas em laboratório, do que em tarefas reais, realizadas no local de trabalho.

2.5. Ergonomia e Medidas de intervenção ergonómica

O termo Ergonomia deriva do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis ou normas) e pode ser definida, de uma forma geral, como a disciplina científica que estuda a adaptação do Trabalho ao Homem. Uma definição de Ergonomia muito reconhecida a nível internacional é a da *International Ergonomics Association* (IEA). Esta associação define Ergonomia ou Fatores Humanos como “a disciplina científica relacionada com a compreensão das interações entre os seres humanos e os outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos para a conceção de sistemas que otimizem o bem-estar humano e o desempenho global do sistema” (IEA, 2015). A ergonomia contribui para a conceção e avaliação de tarefas, trabalhos, produtos, ambientes e organizações de modo a que se tornem compatíveis com as necessidades, capacidades e limitações das pessoas.

A Ergonomia ou Fatores Humanos considera diferentes aspetos da pessoa (físicos, fisiológicos, psicológicos e sociais) e diferentes aspetos do ambiente (físicos, sociais, informativos, etc.) (Dul et al., 2012). A adaptação do ambiente ao homem tem como objetivos e resultados:

- Bem-estar – como são exemplos, a saúde e segurança, a satisfação, a aprendizagem e o desenvolvimento pessoal;
- Desempenho – como são exemplos, a produtividade, a eficiência, a eficácia, a qualidade, a inovação, a flexibilidade, a proteção e segurança, a confiabilidade e sustentabilidade.

Estes dois resultados interagem entre si, ou seja, a performance influencia o bem-estar e o bem-estar influencia o desempenho.

De forma geral, os três domínios ou áreas de especialização da ergonomia são a ergonomia física, a cognitiva e a organizacional (IEA, 2015). A MMC enquadra-se na ergonomia física uma vez que esta está relacionada com a compatibilidade entre as características anatómicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas humanas e os parâmetros do trabalho físico.

A intervenção ergonómica tem como principal objetivo a prevenção da ocorrência de LMERT (Nunes, 2006). Para atingir esse objetivo são adotadas diferentes estratégias como são os controlos de engenharia e as medidas organizacionais e administrativas.

Neste estudo as intervenções ergonómicas seguem uma estratégia de prevenção primária, ou seja, antes que os trabalhadores em risco tenham desenvolvido alguma patologia músculo-esquelética, em particular lombalgias.

2.5.1. Controlos de engenharia

Os controlos de engenharia são intervenções que incidem na eliminação ou na redução dos fatores de risco e passam por alterações das ferramentas, dos equipamentos, do *design* ou do *redesign* ergonómico das tarefas de MMC que inclui mudanças físicas do layout dos PTs, das características das cargas movimentadas, dos métodos de trabalho ou das condições do local de trabalho.

A eliminação da MMC é normalmente feita através da sua automatização por via de sistemas ou equipamentos dos quais são exemplos o sistema de paletização automática ou o sistema de movimentação de cargas por vácuo. Outros tipos de equipamentos denominados por equipamentos mecânicos de auxílio ou apoio (EMA) permitem eliminar parcialmente ou reduzir o risco das tarefas de MMC dos quais são exemplos os carrinhos de transporte, as mesas elevatórias fixas e móveis, os tapetes rolantes e os empilhadores manuais. A utilização destes sistemas e equipamentos tem outros aspetos positivos como a possibilidade de aumentar a produtividade, diminuir o absentismo, melhorar a imagem da empresa do ponto de vista da SST e melhorar as condições de trabalho, tornando aceitável a atividade de trabalho para uma gama (percentil) de população maior (Berry, 2010). Contudo, a mecanização ou a automatização das tarefas de MMC nem sempre é possível de implementar por questões de ordem prática e, ou, económica, para além da sua conceção ou seleção errada poder diminuir o ritmo de trabalho, criar novos riscos (por exemplo: ruído ou vibração do sistema mão-braço) ou causar lesões nos trabalhadores. Para tentar impedir estes novos problemas, Mack et al. (1995) recomendam que durante a fase de seleção do EMA é preciso ter em conta diversos fatores que estão indicados na Figura 2.4, tendo o trabalhador (utilizador) um papel fundamental.

Por outro lado, as metodologias do nível II permitem reduzir os fatores de risco através de sugestões de intervenção de *design* ou de *redesign* ergonómico das tarefas de MMC.

2.5.2. Medidas organizacionais e administrativas

As medidas organizacionais e administrativas são alterações ao nível do conteúdo de trabalho, das características da organização e dos aspetos temporais do trabalho (Nunes, 2006). Na MMC estas medidas passam pela rotação de trabalhadores por tarefas fisicamente mais leves ou por tarefas que impliquem a utilização de grupos musculares diferentes, a diminuição da duração e da frequência da tarefa de MMC ou o aumento das pausas para repouso (NIOSH, 2007). Estas medidas não eliminam os riscos, atuam apenas ao nível da duração da exposição dos trabalhadores aos fatores de risco.

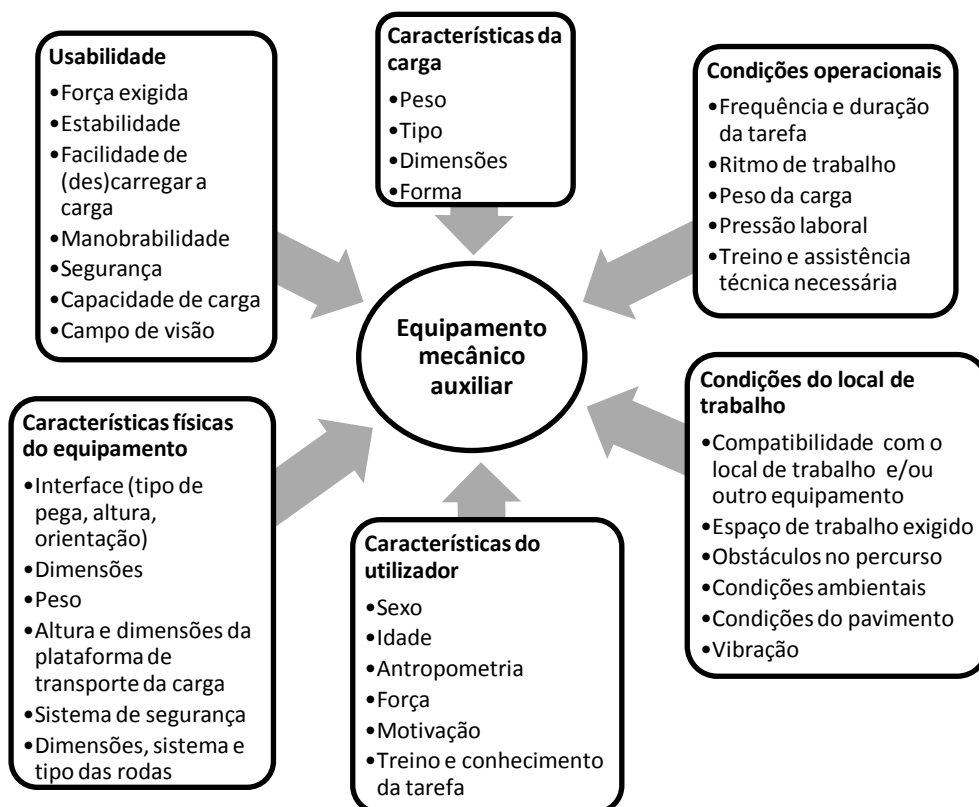


Figura 2.4 - Fatores a considerar para a seleção do equipamento mecânico auxiliar
(Adaptado de Mack et al., 1995)

2.6. Equipamento de proteção individual

O EPI (Equipamento de Proteção Individual) destina-se a proteger os trabalhadores dos riscos residuais suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador, através uma barreira física entre o risco e o trabalhador (Nunes, 2006). Em tarefas de MMC este tipo de equipamentos está geralmente associado à proteção do risco de acidentes de trabalho nestas tarefas. Segundo Colim (2009), os EPIs mais utilizados nas empresas portuguesas para a realização de tarefas de MMC são as luvas, os cintos ou cintas lombares e as botas de proteção.

Nas tarefas de MMC a utilização de luvas também pode aumentar a estabilidade em cargas que são escorregadias ou difíceis de agarrar (Figura 2.5) ou proteger o trabalhador de cargas que estão muito quentes, frias ou que apresentam arestas vivas (NIOSH, 2007). Todavia, o tipo e o tamanho das luvas têm que ser escolhidos de forma criteriosa para impedir uma escolha errada, que pode levar a que o trabalhador tenha que exercer mais força para movimentar a carga.



Figura 2.5 – Exemplo de luvas utilizadas na MMC

A utilização de cintos e cintas lombares (Figura 2.6) está normalmente associada à tentativa de reduzir o risco de lesões na zona lombar, no entanto existe grande controvérsia sobre os seus benefícios ou desvantagens quando são usadas em tarefas de MMC (Granata, et al., 1997). Ciriello e Snook (1995) indicam que a utilização de cintos lombares em tarefas de MMC não tem influência significativa na redução da fadiga muscular da zona lombar. O NIOSH (1994) concluiu que a utilização de cintos lombares para a redução de lesões lombares não está cientificamente provada, não sendo por isso aconselhados como EPI.



Figura 2.6 - Exemplo de uma cinta lombar utilizada na MMC

O calçado protetor com biqueira de aço protege os membros inferiores do trabalhador contra por exemplo quedas da carga (Figura 2.7).



Figura 2.7 – Exemplo de calçado protetor com biqueira de aço

2.7. Informação, formação e treino

De acordo com a legislação portuguesa, DL nº 330/93, de 25 de Setembro, a entidade empregadora deve prestar informações aos trabalhadores sobre: 1) os riscos potenciais para a

saúde derivados da incorreta MMC, 2) o peso máximo e outras características da carga, 3) o centro de gravidade da carga e o lado mais pesado da mesma, quando a distribuição do peso não é uniforme. Os supervisores dos PTs onde se executam a MMC e os cargos de chefia devem igualmente tomar conhecimento dos efeitos adversos que a incorreta MMC pode causar aos trabalhadores e os custos económicos que podem causar à empresa (por exemplo: indemnizações, absentismo) (Berry, 2010).

O empregador deve dar ciclicamente formação e treino aos trabalhadores e aos supervisores dos PTs sobre os métodos de trabalho e as técnicas mais adequadas de MMC de modo a que os trabalhadores fiquem mais qualificados para desempenhar o trabalho de forma segura. No caso dos supervisores para encorajarem os trabalhadores a seguir estes procedimentos. No entanto, é de notar que a formação e o treino não devem ser tomados como intervenções ergonómicas, são um complemento a estas, nomeadamente aos controlos de engenharia (NIOSH, 2007). No caso de se utilizarem equipamentos mecânicos e, ou, sistemas de automatização devem ser acautelados o licenciamento, programas de treino ou formação para garantir a segurança e a sua correta utilização, tal como programas de manutenção preventiva para reduzir a exposição ao risco de lesões e garantir o seu bom funcionamento (HSE, 2004; ISO, 2003).

Para que o treino seja mais eficaz e eficiente, o conteúdo dos programas de formação e treino deve ser baseado em princípios fundamentais de técnicas mais adequadas de MMC e ser adaptado, tanto quanto possível, aos trabalhadores e às tarefas de MMC que vão ser executadas (Clemes et al., 2009; McDermott et al., 2012). Os métodos de trabalho adotados pelos trabalhadores mais experientes têm sido considerados uma mais-valia para o desenvolvimento de programas de treino de MMC (Gagnon, 2005; Plamondon et al., 2010). O treino físico geral (por exemplo ginásio) realizado de forma regular também pode ser um complemento para reduzir o número de lesões e para aumentar a capacidade de executar a MMC, através da melhoria de um ou mais componentes da forma física como é o caso da força e da resistência muscular, da resistência cardiovascular e da flexibilidade (Williams et al., 2002; Knapik & Sharp, 1998).

De seguida estão descritos e ilustrados alguns dos princípios fundamentais de técnicas corretas para elevar, baixar e transportar cargas, que são recomendados pelo HSE (2012b), o NIOSH (2007), a EU-OSHA (2007b) e o *Guia de Mital* (Mital et al., 1997).

- **Planear a MMC**

O trabalhador deve planear a MMC, certificando-se que não existem obstáculos no percurso da movimentação (por exemplo: objetos, portas fechadas).

- **Manter a carga junto ao corpo**

A carga deve ser movimentada tão próxima quanto possível do corpo, preferencialmente na zona ou cor onde o esforço exercido sob o sistema músculo-esquelético é mais reduzido, conforme está indicado na Figura 2.8. Por outro lado, se no início da movimentação a carga não estiver próxima do corpo, deve deslizar-se a carga na superfície horizontal de trabalho para junto deste.



Figura 2.8 - Esforço físico exercido pela movimentação da carga sob o sistema músculo-esquelético em função da posição da carga em relação ao corpo (Adaptado de HSE, 2012b)

No caso da carga ser assimétrica, o lado mais pesado da carga deve estar junto ao corpo e, ou, se o centro de gravidade da carga estiver deslocado em relação ao centro de gravidade do trabalhador, no plano frontal, o lado mais pesado deve ser suportado pelo braço mais forte.

- **Adotar uma postura adequada à tarefa de MMC**

No momento de levantar/baixar uma carga ao nível do chão deve-se colocar um pé de cada lado da carga e o corpo sobre a mesma, conforme está exemplificado na Figura 2.9. No caso de não ser possível colocar os pés desta maneira, devido às dimensões da carga, deve-se colocar o corpo tão próximo quanto possível da carga. Nestes casos a elevação ou abaixamento da carga deve ser feita com uma ligeira flexão da coluna, dos quadris e dos joelhos (Figura 2.10), em vez de uma flexão extrema de uma destas articulações.



Figura 2.9 – Posicionamento do corpo para levantar (ou baixar) uma carga ao nível do chão (Adaptado de HSE, 2012b; NIOSH, 2007)



Figura 2.10 – Flexão ligeira da coluna, dos quadris e dos joelhos para elevar ou baixar a carga ao nível do chão (HSE, 2012b)

Durante o transporte da carga, as costas e o pescoço devem estar direitos. Por outro lado, durante a elevação ou abaixamento da carga deve-se movimentar os pés para se evitar a rotação do tronco (Figura 2.11).

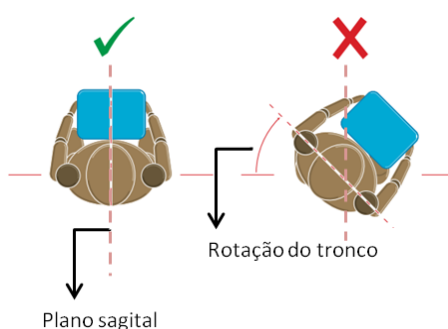


Figura 2.11 – Posicionamento correto e incorreto do tronco durante a elevação ou abaixamento da carga (Adaptado de HSE, 2012b)

- **Pegar na carga com firmeza e estabilidade**

Deve pegar-se na carga sempre que possível com as duas mãos, contudo, se tal não for possível é aconselhável utilizar a mão mais forte. Por outro lado, se as cargas não apresentarem pegas e forem de dimensões pequenas, por exemplo caixas de cartão, a estabilidade horizontal e vertical da carga pode ser aumentada através da colocação das mãos na diagonal da carga (junto aos cantos opostos ou a meio e no canto oposto). Para além disso, a inclinação da carga na superfície de trabalho facilita a elevação ou o abaixamento.

- **Movimentar a carga com suavidade**

A movimentação da carga deve ser realizada com suavidade, sem movimentos bruscos que aumentam o risco de lesão e diminuem a estabilidade do corpo e da carga.

- **Colocar a carga no destino e só depois ajustar**

Caso a carga exija posicionamento preciso ou controlo significativo no destino da elevação ou abaixamento, deve ser colocada em primeiro lugar no destino, em seguida deslizar ou ajustar para a posição desejada.

3. Metodologia

O presente capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada nesta dissertação que teve como base a análise e a avaliação do risco associado à realização de tarefas de MMC. A metodologia deste estudo está apresentada na Figura 3.1.

Inicialmente o Departamento de Qualidade, Ambiente e Segurança indicou os dois postos de trabalho a analisar e avaliar: PT MEF 12 e PT MEF 14. Posteriormente fez-se a caracterização da atividade de trabalho aí desenvolvida: processo de embalamento de cabos de telecomunicações em paletes. O estudo foi realizado com os dois cabos mais embalados nestes dois postos de trabalho, que se designaram por Cabo A e por Cabo B. A caracterização da atividade de trabalho incluiu:

- A caracterização dos postos de trabalho;
- A descrição das suas tarefas;
- A caracterização das condições do local de trabalho e das condições ambientais;
- A estimativa empírica da duração das suas tarefas.

A caracterização dos postos de trabalho e das condições de trabalho, bem como a descrição das tarefas da atividade de trabalho, foram feitas através de entrevistas informais aos trabalhadores e aos supervisores dos postos de trabalho e através da recolha de imagens ou fotografias ilustrativas das tarefas. A caracterização das condições ambientais foi realizada através da recolha dos valores dos parâmetros ambientais (temperatura ambiente, humidade relativa e iluminância) com recurso a equipamentos de medição direta.

De seguida estimou-se empiricamente a duração das tarefas que compõem o processo de embalamento do Cabo A e do Cabo B. Para isso, teve que se identificar os elementos da atividade de trabalho, determinar o tempo do ciclo de trabalho normal do processo de embalamento para o Cabo A e para o Cabo B e determinar a produção diária *standard* de cada cabo.

Posteriormente para se efetuar a avaliação do risco das tarefas de MMC que se realizam nos dois postos de trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica para a seleção das metodologias. As seis metodologias selecionadas foram as seguintes: NIOSH'91, Modelo CLM, Modelos de Shoaf, Guia de Mital, KIM e MAC.

Para facilitar a comparação de resultados entre metodologias, os resultados de cada metodologia foram convertidos e uniformizados numa única escala, constituída por 4 categorias de nível de risco: baixo, médio, elevado e muito elevado.

De seguida, em função dos resultados obtidos pelas metodologias e através da revisão bibliográfica, foi avaliado o efeito da implementação de algumas recomendações de intervenção ergonómica com o objetivo de reduzir ou eliminar o risco associado às duas tarefas de MMC.

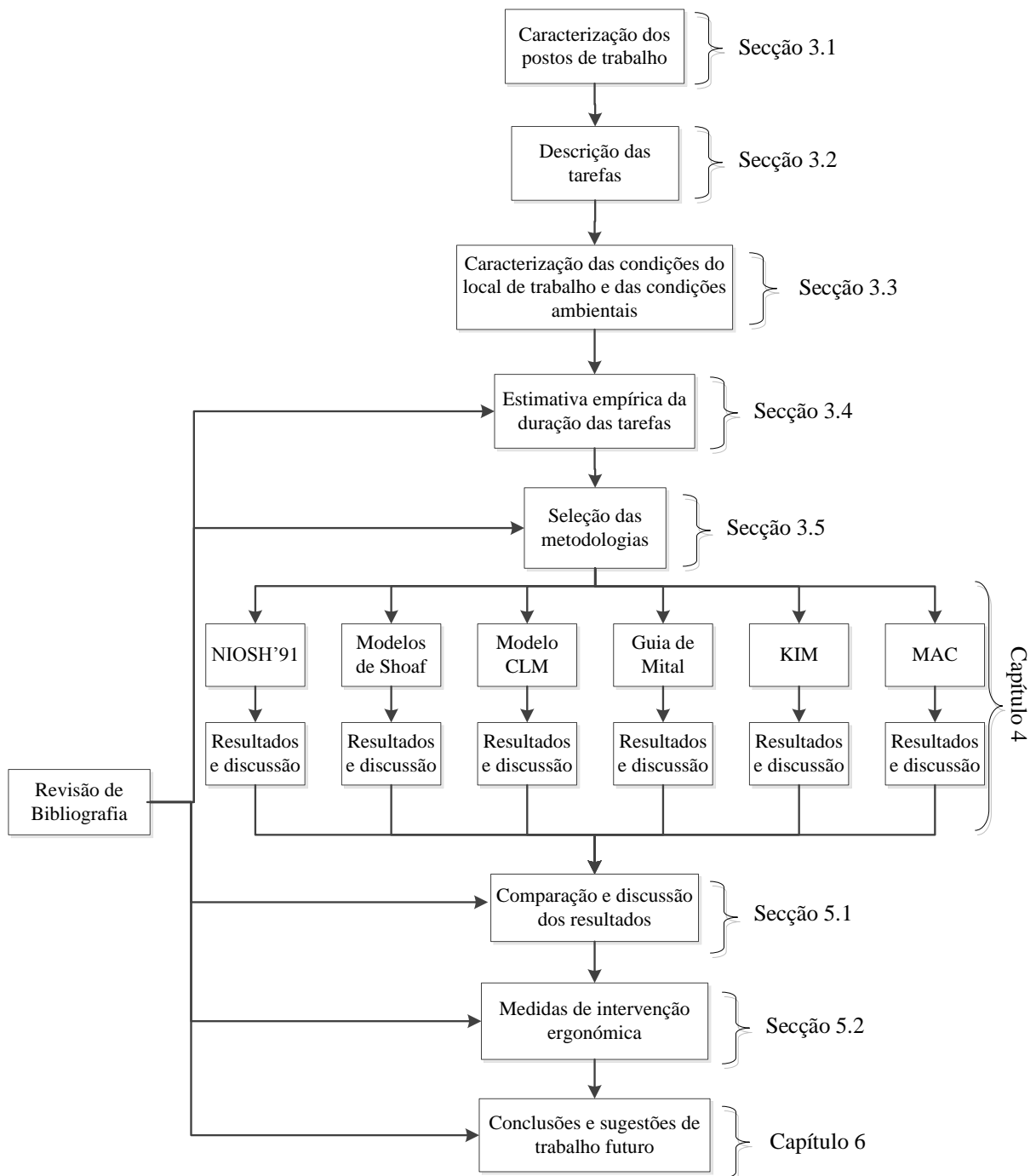


Figura 3.1 – Metodologia utilizada no desenvolvimento da dissertação

3.1. Caracterização dos postos de trabalho

Neste estudo a atividade de trabalho refere-se ao embalamento de cabos de telecomunicações em paletes que é desenvolvida em dois postos de trabalho (PT) do “Salão de fabrico”, denominados por PT MEF 12 e PT MEF 14. Cada um dos PT tem aproximadamente 7,5 m² de área de trabalho e é constituído por duas mesas (nº1 e nº2), uma paleta onde são colocados os cabos embalados e uma linha de máquinas responsável pelo enrolamento dos cabos, constituída pelas máquinas: “*Motorized Payoff*”, “*Universal Buffer/Dancer*” e “*D-750*” (Figura 3.2).

O embalamento dos cabos é realizado num regime de 3 turnos rotativos: turno da manhã (7h30-16h00), turno da tarde (16h00-00h30) e turno da noite (00h30-7h30). No turno da manhã e da tarde os trabalhadores têm 30 minutos para almoço ou jantar. Em cada turno, cada PT é ocupado por um trabalhador do sexo masculino. No total dos turnos, e considerando o trabalhador que está de folga, cada PT é ocupado por quatro trabalhadores. Na Tabela 3.1 encontram-se algumas características dos trabalhadores que são importantes para este estudo.

Tabela 3.1 – Características dos trabalhadores: idade, peso corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC)

Posto de trabalho	Designação do trabalhador avaliado	Idade (anos)	Peso Corporal (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m ²)
PT MEF 12	Nº 1	44	65	1,70	22,5
	Nº 2	36	74	1,82	22,3
	Nº 3	35	66	1,71	22,6
	Nº 4	28	78	1,78	24,6
PT MEF 14	Nº 5	41	100	1,80	30,9
	Nº 6	30	76	1,78	24,0
	Nº 7	31	72	1,73	24,1
	Nº 8	38	73	1,82	22

Para a análise e avaliação da atividade de trabalho nestes dois postos de trabalho foram considerados os turnos da manhã e da tarde. Para o processo de embalamento foram considerados os dois tipos de cabo de telecomunicações mais embalados nestes dois postos de trabalho, que são o F/UTP CAT6 4PR e o U/UTP CAT5E 4PR. Por uma questão de simplificação os cabos serão designados neste trabalho, respectivamente, por cabo A e cabo B.

Para este estudo considerou-se que a atividade de trabalho desenvolvida pelo trabalhador durante um turno de trabalho corresponde apenas ao embalamento de um tipo de cabo. Esta situação é a mais usual e serão analisadas em separado as tarefas do processo de embalamento de cada tipo de cabo, em particular as tarefas de movimentação manual de cargas que vão ser alvo deste estudo.

Os fluxogramas e alguns exemplos de fotografias que estão presentes na Figura 3.3 e Figura 3.4 ilustram, respectivamente, a atividade de trabalho desenvolvida no embalagem do cabo A e do cabo B. A vermelho estão identificadas as tarefas de movimentação manual de cargas que vão ser analisadas e avaliadas em cada um dos processos de embalagem.

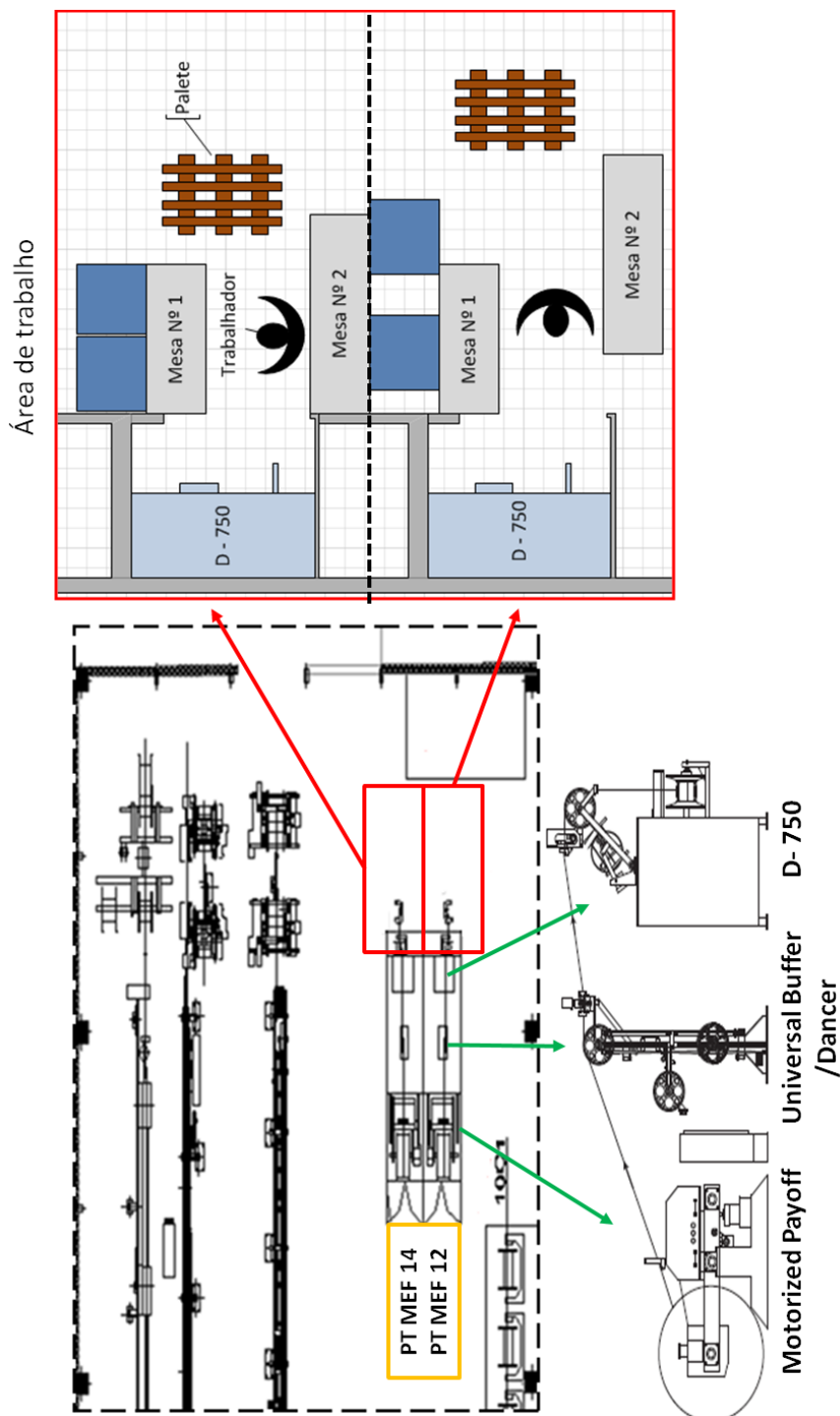


Figura 3.2 - Identificação dos dois postos de trabalho no "Salão de Fabrico"

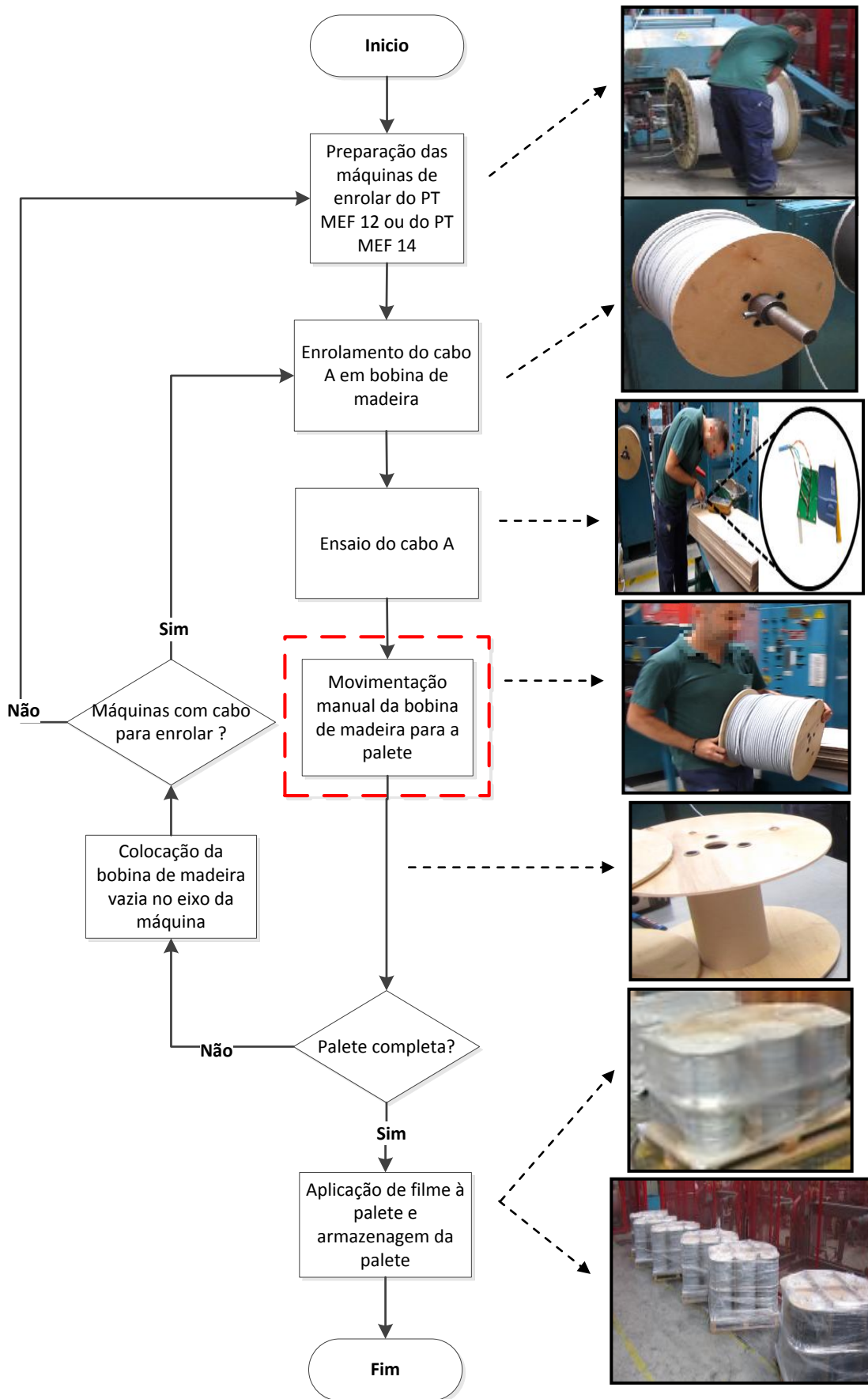


Figura 3.3 - Fluxograma e fotografias ilustrativas do processo de embalagem do cabo A

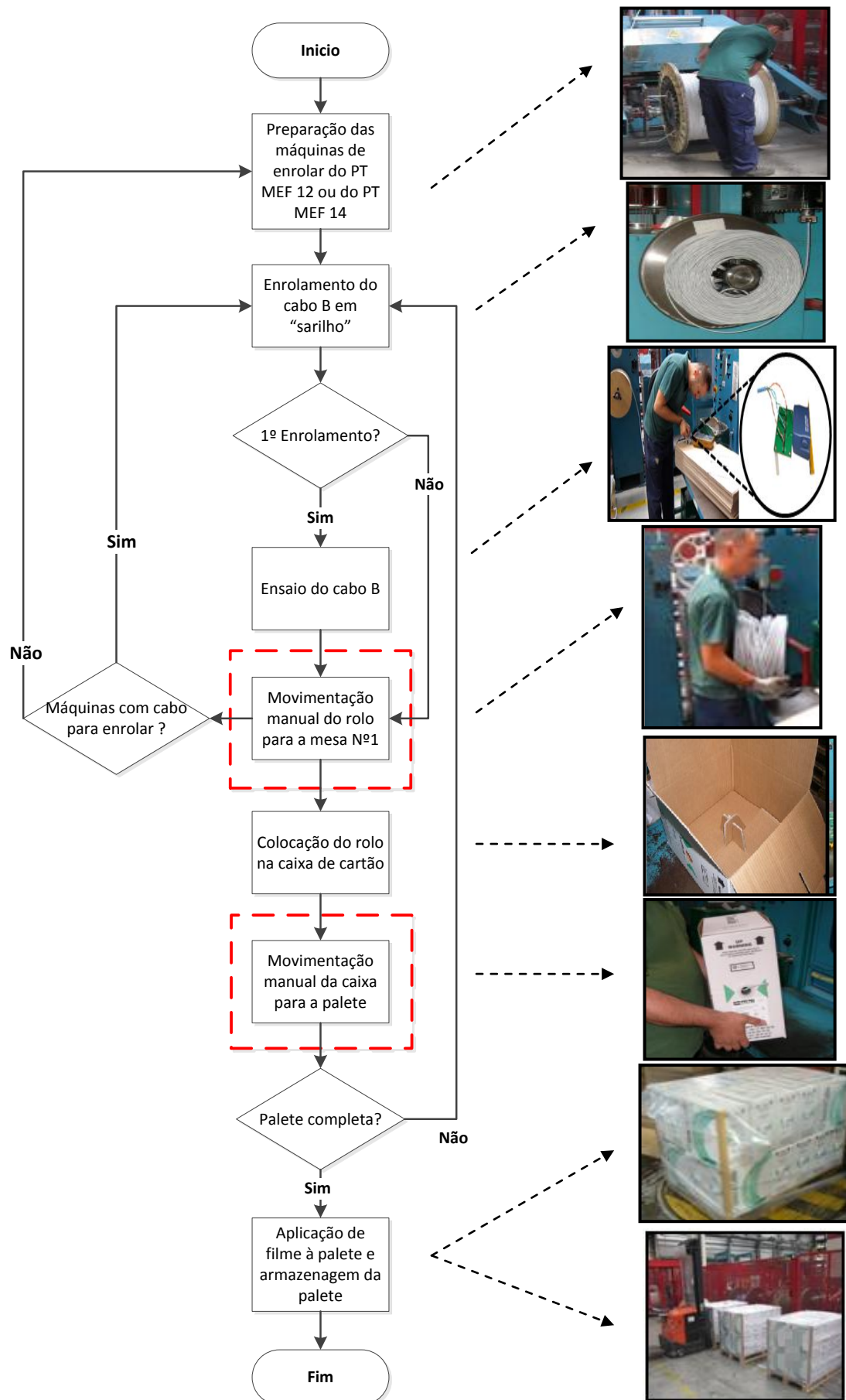


Figura 3.4 -Fluxograma e fotografias ilustrativas do processo de embalagem do cabo B

3.2. Descrição das tarefas do processo de embalamento dos cabos

De seguida serão descritas as sete tarefas principais, identificadas na Tabela 3.2, que compõem o processo de embalamento dos cabos. As tarefas de movimentação manual de cargas serão descritas em mais pormenor na secção 3.2.4 atendendo aos objetivos do estudo.

Tabela 3.2 – Identificação das tarefas do processo de embalamento dos cabos

Tarefas do processo de embalamento dos cabos
3.2.1 - Preparação das máquinas de enrolar do posto de trabalho MEF 12 ou MEF 14
3.2.2 - Enrolamento do cabo A e do cabo B
3.2.3 - Ensaio do cabo A e cabo B
3.2.4 - Movimentação manual de cargas
3.2.5 - Colocação da bobina de madeira vazia no eixo da máquina
3.2.6 - Colocação do rolo na caixa de cartão
3.2.7 - Aplicação de filme à palete e armazenagem da palete

3.2.1. Preparação das máquinas de enrolar do posto de trabalho MEF 12 ou MEF 14

A tarefa de preparação da linha de máquinas de enrolar os cabos corresponde à tarefa executada pelo trabalhador antes de se iniciar o enrolamento do cabo A ou do cabo B. Inicialmente, o trabalhador movimenta a Bobina de Plástico Intermédia (BPI) que contem um dos cabos, desde a zona de armazenagem até ao PT MEF 12 ou PT MEF 14 (Figura 3.5). O comprimento médio do cabo (A ou B) da BPI é de aproximadamente 6,5 km.

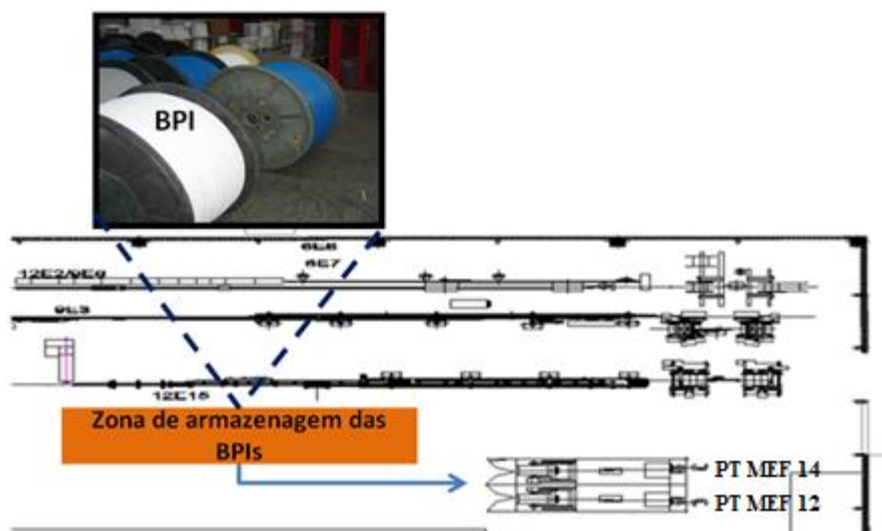


Figura 3.5 -Trajeto da movimentação da BPI desde a zona de armazenagem até ao PT MEF 12 ou PT MEF 14

Posteriormente, o trabalhador coloca manualmente a BPI na parte inicial da linha das máquinas, “*Motorized Payoff*” (Figura 3.6), e passa o cabo por diversos componentes da linha de máquinas do PT: “*Universal Buffer/Dancer*”, roldanas, “*Spark Tester*” e “Detetor de engrossamento” (Figura 3.7).



Figura 3.6 - Colocação da BPI no “Motorized Payoff”

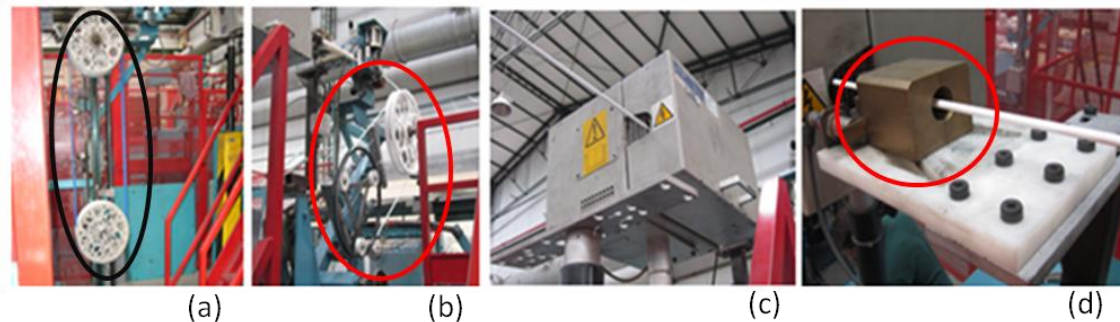


Figura 3.7 - Componentes das máquinas por onde passa o cabo: (a) “*Universal Buffer/Dancer*”, (b) roldanas, (c) “*Spark Tester*” e (d) “Detetor de engrossamento”

3.2.2. Enrolamento do cabo A e do cabo B

O enrolamento do cabo A e do cabo B é uma tarefa realizada pela máquina D-750. No entanto, cada cabo tem um processo de enrolamento distinto:

- **Enrolamento do cabo A em bobina de madeira** – corresponde ao enrolamento de 500 m do cabo A (22,25 kg) numa bobina de madeira com 30 cm de altura, 40 cm de diâmetro e 2 kg de peso. O enrolamento é realizado pelo eixo de rotação da máquina como está ilustrado na parte esquerda da Figura 3.8. Durante o enrolamento do cabo, o trabalhador realiza pequenas tarefas, como por exemplo: registar dados do ensaio do

cabo no computador, imprimir etiquetas ou então esperar que o enrolamento do cabo termine.

- **Enrolamento do cabo B em “sarilho”** – corresponde ao enrolamento em “sarilho” de 305 m do cabo B (9,00 kg) através do mandril da máquina, conforme ilustrado na parte direita da Figura 3.8. O enrolamento do cabo forma um rolo cilíndrico com 38 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Durante o enrolamento do cabo, o trabalhador realiza algumas tarefas, tais como: a movimentação manual do rolo (anteriormente enrolado em “sarilho”) para a mesa nº1, a colocação do rolo numa caixa de cartão e a movimentação manual da caixa para a paleta. Estas tarefas são descritas em maior pormenor mais à frente. Para além destas tarefas, o trabalhador também pode realizar pequenas tarefas, como por exemplo: imprimir etiquetas, registar dados no PC, preparar as caixas de cartão ou então esperar que o enrolamento do cabo termine.



Figura 3.8 – Enrolamento do cabo A em bobina de madeira e do cabo B num rolo em “sarilho”

3.2.3. Ensaio do cabo A e cabo B

O ensaio do cabo, realizado pelo *DTX-1800 Cable Analyzer – DTX-LABA/MN* da marca *Fluke Networks*, corresponde à tarefa que tem como objetivo verificar se o cabo cumpre as especificações técnicas exigidas pela empresa. O ensaio do cabo A é feito sempre que são enrolados 500 m de cabo numa bobina de madeira, enquanto o ensaio do cabo B apenas é feito nos primeiros 305 m enrolados em “sarilho” provenientes da BPI. Os ensaios do cabo A e cabo B são realizados na mesa nº1 do posto de trabalho, enquanto a bobina ou o rolo ainda estão, respectivamente, no eixo de rotação ou no mandril da máquina D-750 (Figura 3.9).



Figura 3.9 – Apparatus usado para ensaiar um cabo

3.2.4. Movimentação manual de cargas

As duas tarefas de movimentação manual de cargas (MMC) correspondem à movimentação manual do cabo A e do cabo B entre a máquina D-750 e a paleta existente em cada posto de trabalho. As paletes têm as dimensões: 120x80x14 cm (comprimento x largura x altura). As distâncias percorridas pela MMC foram determinadas por observação, sendo os valores apresentados valores médios. As duas tarefas de MMC foram analisadas em separado e designadas neste trabalho respectivamente por: movimentação manual da bobina de madeira para a paleta (T1) e movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a paleta (T2). Em função dos métodos de trabalho, explicados mais à frente, as duas tarefas de MMC foram divididas em diferentes sub-tarefas que estão identificadas na Tabela 3.3 e na Tabela 3.4.

Tabela 3.3 – Identificação das sub-tarefas da T1 em função do método de trabalho

Movimentação manual da bobina de madeira para a paleta (T1)	
Método de trabalho	Sub-tarefas
I. Movimentação da bobina para a paleta de modo direto	1) Retirar da máquina – Transporte 2) Transporte direto 3) Paletizar: direto
II. Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto	1) Retirar da máquina – Transporte 2) Transporte indireto 3) Transporte indireto – Mesa nº2 4) Paletizar: indireto

Tabela 3.4 – Identificação das sub-tarefas da T2 em função do método de trabalho

Movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a paleta (T2)	
Método de trabalho	Sub-tarefas
I. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12	1) Retirar da máquina – Mesa nº1 2) Retirar da mesa nº1 – Transporte 3) Transporte 4) Paletizar: MEF 12
II. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14	1) Retirar da máquina – Mesa nº1 2) Paletizar: MEF 14

3.2.4.1 Movimentação manual da bobina de madeira para a paleta (T1)

A bobina de madeira com o cabo A e com um peso total de 24,25 kg, designada de agora em diante por “bobina”, é movimentada manualmente entre o eixo de rotação da máquina D-750 e a paleta. De notar que a cor do cabo pode variar por questões comerciais ou a pedido do cliente. Esta movimentação foi dividida em várias sub-tarefas em função dos dois métodos de trabalho utilizados pelos trabalhadores analisados, que são: I. Movimentação da bobina para a paleta de modo direto, e II. Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto.

I. Movimentação da bobina para a paleta de modo direto – corresponde ao método de trabalho utilizado pelos trabalhadores N°2, 5, 6, 7 e 8, os quais retiram a bobina do eixo de rotação da máquina e movimentam-na diretamente para a paleta. Esta movimentação é dividida em três sub-tarefas que foram designadas pelos seguintes nomes:

- 1) Retirar da máquina – Transporte:** o trabalhador retira a bobina do eixo de rotação da máquina, a uma altura de 108 cm, para proceder ao seu transporte (Figura 3.10).
- 2) Transporte direto:** corresponde ao transporte da bobina desde o eixo de rotação da máquina até à paleta. No caso do trabalhador N°2 (PT MEF 12) a distância de transporte percorrida é igual a 3,55 m, enquanto os restantes trabalhadores (PT MEF 14) transportam a bobina ao longo de 2,70 m (Figura 3.10).
- 3) Paletizar: direto:** corresponde à colocação da bobina na paleta desde a altura de transporte (Figura 3.10).

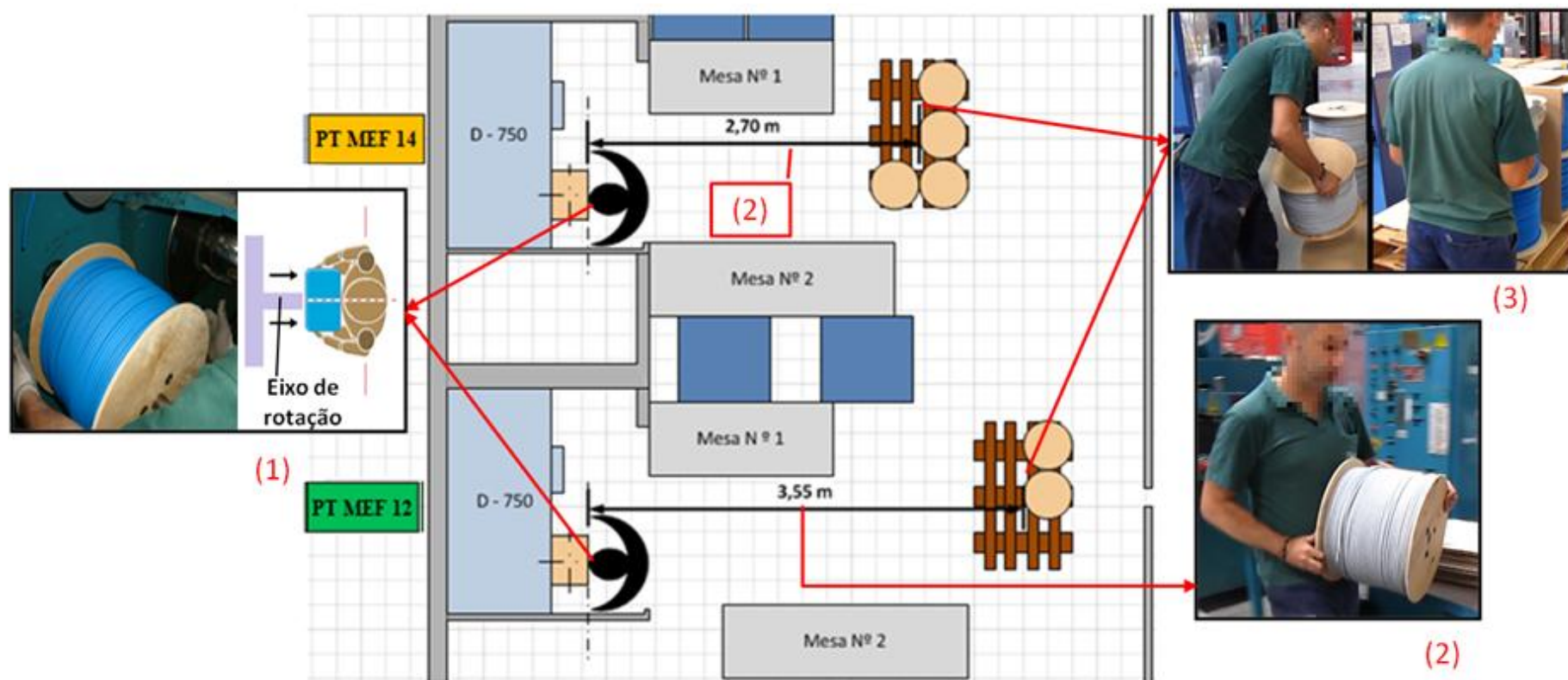


Figura 3.10 – Movimentação da bobina para a paleta de modo direto: (1) Retirar da máquina – Transporte, (2) Transporte direto e (3) Paletizar: direto

II. Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto – corresponde ao método de trabalho utilizado pelos trabalhadores N°1, 3 e 4 (PT MEF 12), os quais retiram a bobina do eixo de rotação da máquina e colocam-na na mesa n°2, antes de a colocarem na paleta. A mesa n°2 tem uma altura de 80 cm. A movimentação é dividida em três sub-tarefas que foram designadas pelos seguintes nomes:

- 1) **Retirar da máquina – Transporte:** igual à sub-tarefa 1) do método de trabalho I (Figura 3.11).
- 2) **Transporte indireto:** corresponde ao transporte da bobina desde o eixo de rotação da máquina até à mesa n°2, ao longo de 2,10 m (Figura 3.11).
- 3) **Transporte indireto – Mesa n°2:** colocação da bobina na mesa n°2 a partir da altura de transporte (Figura 3.11).
- 4) **Paletizar: indireto:** colocação da bobina na paleta a partir da mesa n°2 (Figura 3.11).

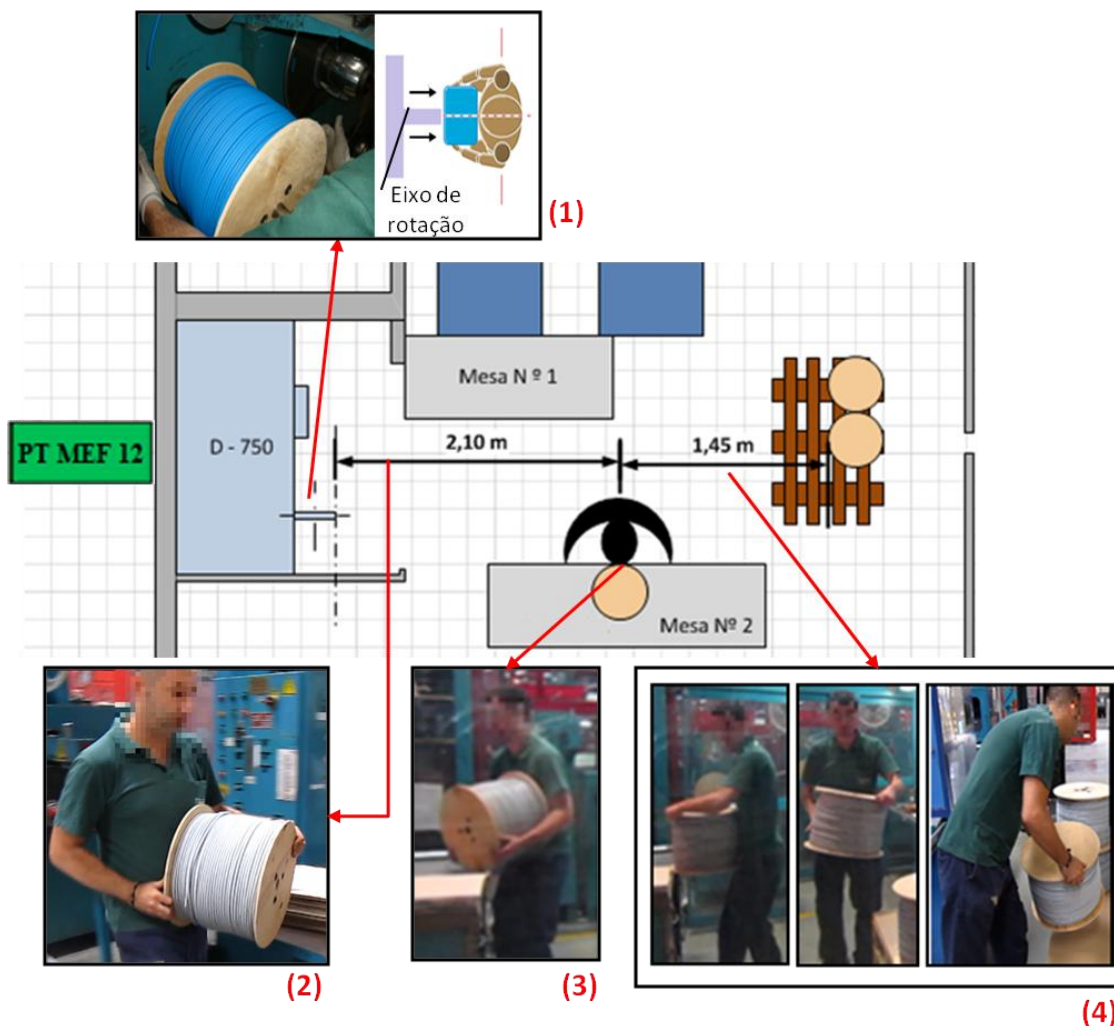


Figura 3.11 – Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto: (1) Retirar da máquina – Transporte; (2) Transporte indireto, (3) Transporte indireto – Mesa n°2, e (4) Paletizar: indireto

Para ambos os métodos de trabalho I e II, a colocação da bobina na paleta é feita no plano sagital do trabalhador (de frente), sem rotação do tronco, independentemente da região da paleta – frontal ou lateral (Figura 3.12). Em cada paleta são colocadas 12 bobinas – 6 por nível (Figura 3.13).

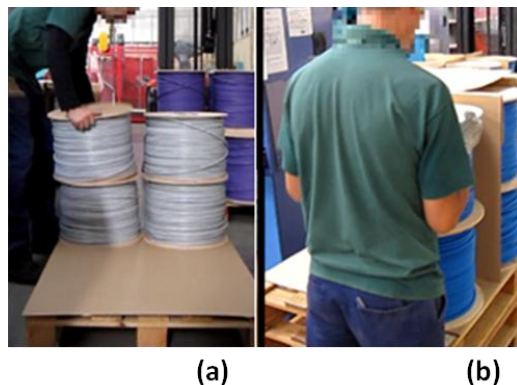


Figura 3.12 – Colocação da bobina na região (a) frontal e (b) lateral da paleta

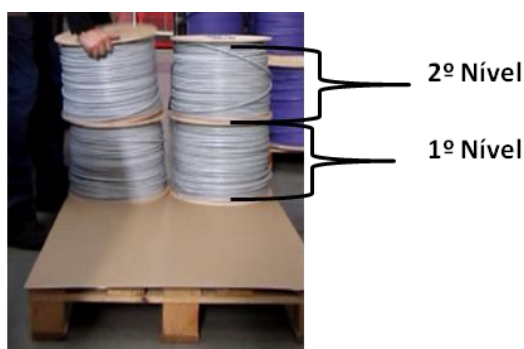


Figura 3.13 – Identificação do nível de bobinas na paleta

Para elevar a superfície da paleta onde são colocadas as bobinas, os trabalhadores recorrem a vários números de paletes empilhadas (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 – Números de paletes empilhadas que cada trabalhador utiliza na T1

Nº do trabalhador avaliado	Nº de paletes empilhadas					
	1	2	3	4	5	6
1	✓	✓	✓	✓	-	-
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	-
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	-
6	✓	✓	✓	✓	✓	-
7	-	✓	✓	✓	✓	-
8	-	✓	✓	✓	✓	-

No início do processo de embalagem os trabalhadores começam pelo número máximo de paletes empilhadas, no entanto, à medida que processo decorre, as paletes empilhadas vão diminuindo (são utilizadas) até chegarem ao número mínimo (Figura 3.14). Quando o número mínimo é alcançado, cada trabalhador recorre novamente ao número máximo de paletes empilhadas, conforme está exemplificado na Figura 3.15 para o trabalhador N°7.

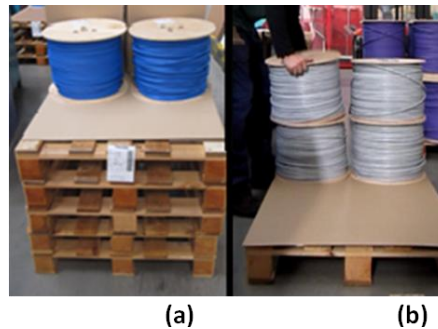


Figura 3.14 – Exemplo de um (a) número máximo (5), e de um (b) número mínimo (1) de paletes empilhadas que são utilizadas para a colocação das bobinas na palete

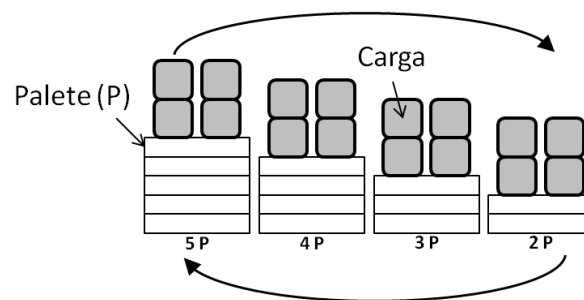


Figura 3.15 – Exemplo da variação do número de paletes empilhadas ao longo do processo de embalagem para o trabalhador N°7

3.2.4.2 Movimentação manual do rolo para a mesa n°1 e da caixa para a palete (T2)

A tarefa de movimentação manual do cabo B entre o mandril da máquina D-750 e a palete pode dividir-se em várias sub-tarefas. No entanto algumas sub-tarefas são diferentes entre os dois PTs, devido à localização da palete ser diferente. Desta forma, as sub-tarefas foram divididas em dois métodos de trabalho: I. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12 e II. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14.

I. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12

- 1) **Retirar da máquina – Mesa n°1:** o rolo de cabo B (9,00 kg) é retirado desde o mandril da máquina, a uma altura de 100 cm, e é colocado na mesa n°1 (Figura 3.16). A mesa n°1 tem uma altura de 80 cm. Por motivo de simplificação, o rolo de

cabo B será designado de agora em diante por “rolo”.

- 2) **Retirar da mesa nº1 – Transporte:** a caixa com o rolo (9,45 kg) é elevada desde a mesa nº1 até à altura de transporte (Figura 3.16). O conjunto da caixa com o rolo será designado de agora em diante por “caixa”.
- 3) **Transporte:** corresponde ao transporte da caixa desde a mesa nº1 até à paleta, ao longo de 2,30 m (Figura 3.16).
- 4) **Paletizar: MEF 12:** colocação da caixa na paleta desde a altura de transporte (Figura 3.16).

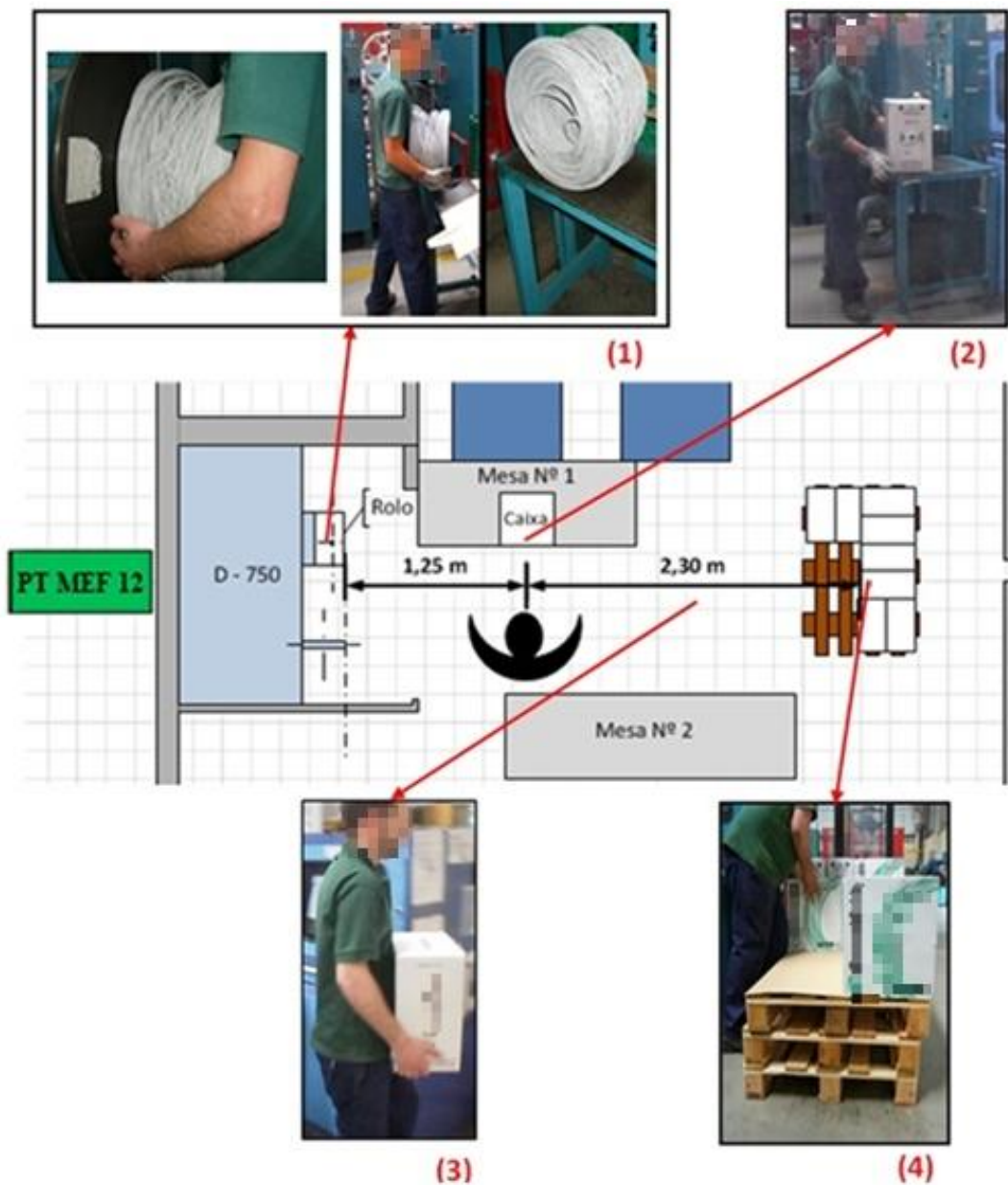


Figura 3.16 – Movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a paleta no PT MEF 12: (1) Retirar da máquina – Mesa nº1, (2) Retirar da mesa nº1 – Transporte, (3) Transporte e 4) Paletizar: MEF 12

II. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14

- 1) **Retirar da máquina – Mesa nº1:** igual à sub-tarefa 1) do método de trabalho I (Figura 3.17).
- 2) **Paletizar: MEF 14:** colocação da caixa na paleta (9,45 kg) a partir da mesa nº1 (Figura 3.17).

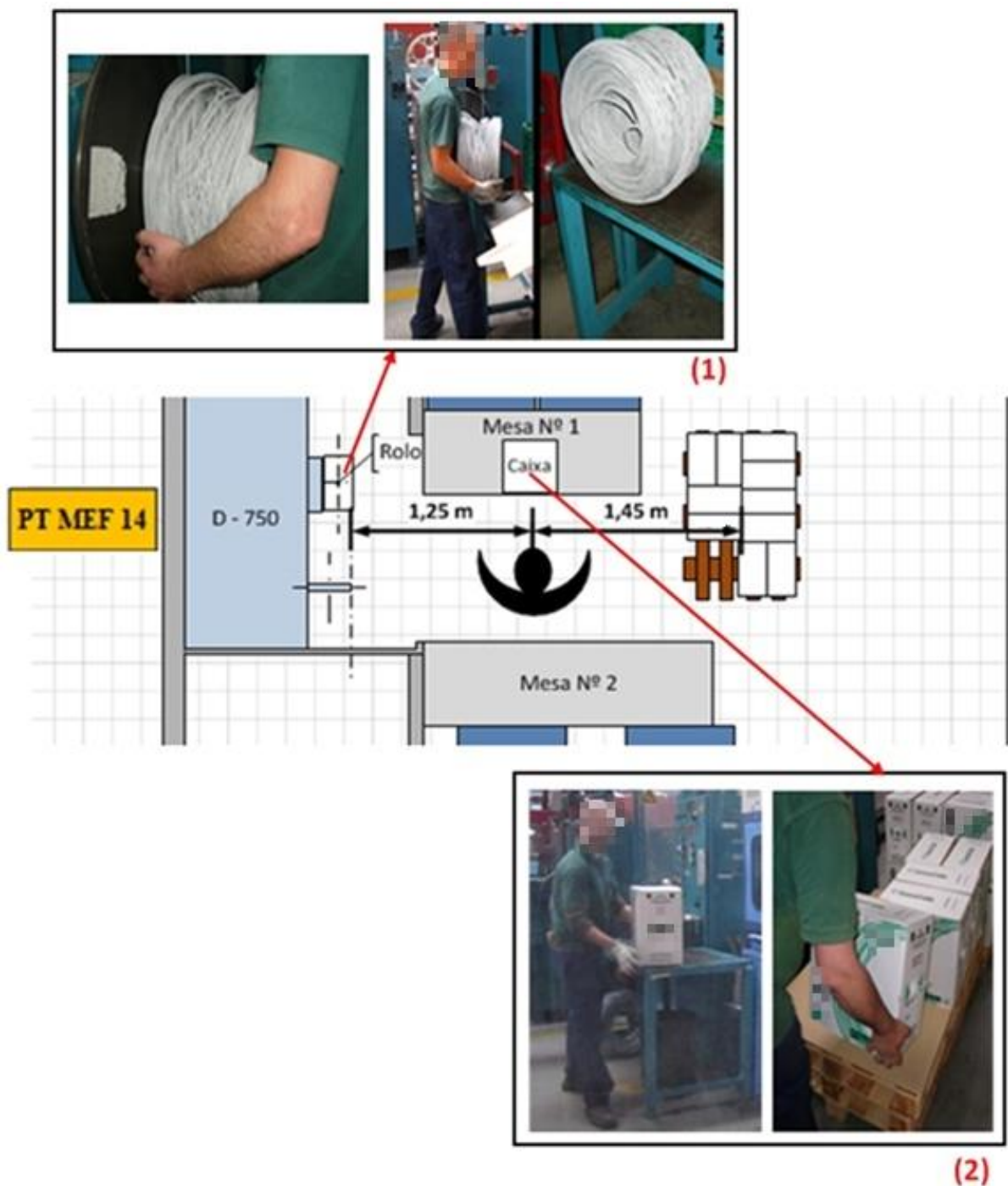


Figura 3.17 – Movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a paleta no PT MEF 14: (1) Retirar da máquina – Mesa nº1 e (2) Paletizar: MEF 14

Para ambos os métodos de trabalho I e II, a colocação da caixa na paleta é feita no plano sagital do trabalhador, sem rotação do tronco, independentemente da região da paleta – frontal ou lateral – onde é colocada (Figura 3.18). Em cada paleta são colocadas 24 caixas - 12 por nível (Figura 3.19).

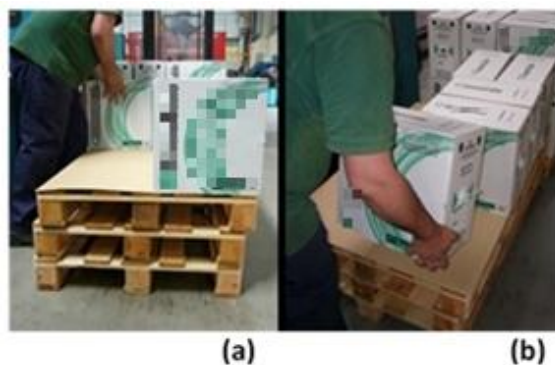


Figura 3.18 – Colocação da caixa na região (a) frontal e (b) lateral da paleta



Figura 3.19 – Identificação do nível de caixas na paleta

À semelhança das bobinas, os trabalhadores também recorrem a vários números de paletes empilhadas para elevar a altura da superfície da paleta onde colocam as caixas (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Números de paletes empilhadas que cada trabalhador utiliza na T2

Nº do trabalhador avaliado	Nº de paletes empilhadas					
	1	2	3	4	5	6
1	✓	✓	✓	✓	-	-
2	✓	✓	✓	✓	✓	-
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	-
6	✓	✓	✓	✓	✓	-
7	✓	✓	✓	✓	✓	-
8	-	✓	✓	✓	✓	✓

Na Figura 3.20 está um exemplo de um número máximo e um número mínimo de paletes empilhadas que são utilizadas para a colocação das caixas na paleta.



Figura 3.20 – Exemplo de um (a) número máximo e de um (b) número mínimo de paletes empilhadas que são utilizadas para a colocação das caixas

3.2.5. Colocação da bobina de madeira vazia no eixo da máquina

Após a bobina de madeira com o cabo A ter sido colocada na paleta, ou no caso dos trabalhadores N°1, 2 e 4 ter sido colocada na mesa n° 2, o trabalhador retira da mesa n° 2 uma bobina de madeira vazia e coloca-a no eixo da máquina D-750 para começar o processo de enrolamento do cabo A (Figura 3.21).

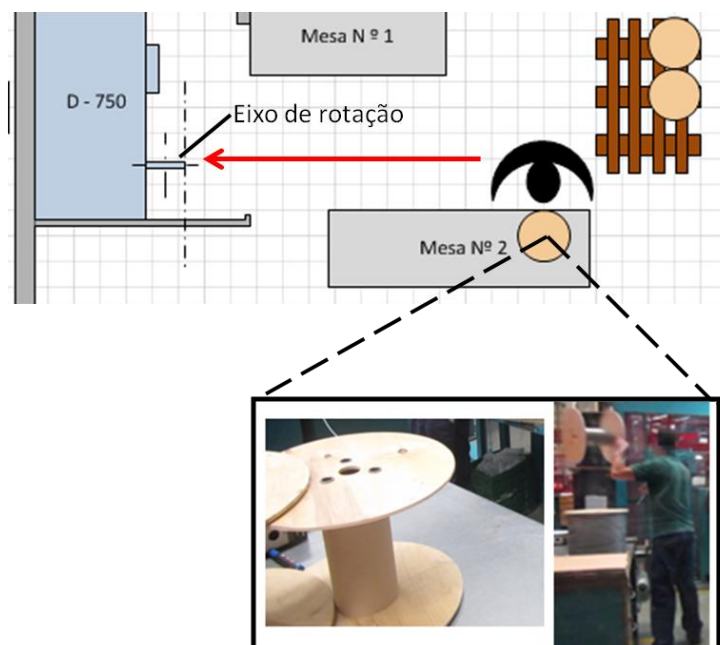


Figura 3.21 – Localização da bobina de madeira vazia na mesa n° 2 e colocação da mesma no eixo de rotação da máquina

3.2.6. Colocação do rolo na caixa de cartão

Após ser efetuada a movimentação manual do rolo do cabo B desde o mandril da máquina D-750 até à mesa nº1, o trabalhador coloca o rolo numa caixa de cartão com um peso de 0,45 kg e com as dimensões de 38x38x20 cm (comprimento x largura x altura) (Figura 3.22).



Figura 3.22 – Colocação do rolo na caixa de cartão

3.2.7. Aplicação de filme à paleta e armazenagem da paleta

Quando a paleta está completa de bobinas (12 unidades) ou de caixas (24 unidades), o trabalhador transporta mecanicamente a paleta, através de um *stacker* elétrico, até à zona onde é aplicado o filme à paleta. Após a aplicação do filme, a paleta é transportada pelo *stacker* elétrico até à zona de armazenagem, onde permanece temporariamente. O trajeto do transporte da paleta entre os PTs, a zona de aplicação de filme à paleta e a zona de armazenagem da paleta no “Salão de Fabrico” está representado na Figura 3.23.



Figura 3.23 – Trajeto do (1) transporte da paleta entre os PTs, (2) a zona de aplicação de filme à paleta e a (3) zona de armazenagem da paleta no “Salão de Fabrico”

3.3. Caracterização das condições do local de trabalho e das condições ambientais

Nesta secção pretende-se caracterizar as condições do local de trabalho e as condições ambientais. Estas condições, conforme referido anteriormente, podem influenciar o aumento do risco de acidentes de trabalho, a adoção de posturas inadequadas ou a diminuição da capacidade de executar a MMC.

- **Condições do local de trabalho**

Cada um dos dois postos de trabalho tem aproximadamente 7,5 m² e apresenta um pavimento plano, nivelado, estável e antiderrapante, sem objetos a obstruir a circulação do trabalhador.

- **Condições ambientais**

Para se determinar a temperatura ambiente recorreu-se ao termómetro que estava disponível na empresa, da marca “*Bioblock Scientific*”, modelo “*Minitherm 16228*”, da gama de -40 a 150 °C e com resolução de 0,1 °C. A humidade relativa do ar foi determinada com o auxílio do termohigrómetro da marca “*KTJ*”, modelo “*TA318*”, da gama de 20 a 80% com resolução de 1% e precisão de $\pm 5\%$. A iluminância foi determinada com o auxílio de um luxímetro da marca “*Chauvin Arnoux*”, modelo “*C.A 811*”, com resolução de 0,01 lx.

Para a medição da temperatura ambiente, da humidade relativa e da iluminância, os instrumentos foram colocados nas superfícies das mesas dos dois postos de trabalho. A leitura foi feita quando os valores estabilizaram. Os valores médios destes parâmetros foram: temperatura ambiente igual a 25,6°C, humidade relativa igual a 45% e iluminância igual a 1300 lx.

3.4. Estimativa empírica da duração das tarefas

Nesta secção estimou-se empiricamente a duração das tarefas que compõem o processo de embalagem do cabo A e do cabo B, através de 3 etapas que estão representadas na Figura 3.24. Desta forma foi possível estimar o tempo total despendido nas duas tarefas de MMC durante um turno de trabalho.

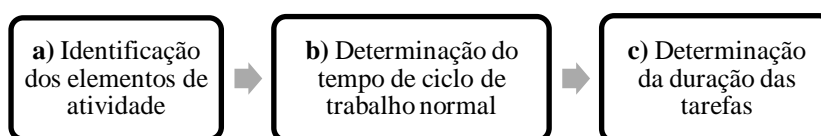


Figura 3.24 – Etapas para determinação da duração das tarefas que compõem o processo de embalagem do cabo A e do cabo B

a) Identificação dos elementos de atividade

Com o objetivo de determinar o tempo do ciclo de trabalho normal do processo de embalagem de cada um dos cabos, decompôs-se a atividade de trabalho em elementos de atividade. Os elementos de atividade são componentes de atividade de trabalho ou de uma tarefa facilmente identificáveis e que têm um início e fim bem identificáveis (Aft, 2000). O “corte” é o instante em que acaba um elemento e começa o elemento seguinte. O ciclo de trabalho é o conjunto de elementos de atividade necessários para executar a atividade de trabalho ou para obter uma unidade produtiva. No entanto, estes elementos podem ser cíclicos e não cíclicos. O elemento cíclico é um elemento repetitivo em todos os ciclos de trabalho. O elemento não cíclico é aquele que não se encontra em todos os ciclos de trabalho, mas que ocorre a intervalos regulares – frequência relativa (freq.) – ou irregulares. Por sua vez, os elementos cíclicos e os não cíclicos podem ser: manuais (E. Manual) – que são os elementos realizados pelo trabalhador, onde o tempo de execução depende deste; ou máquina (E. Máquina) – que são elementos realizados de forma automática por uma máquina, e cujo tempo de execução depende apenas das características do equipamento.

Neste estudo, considerou-se que os elementos de atividade corresponderiam às tarefas que constituem o processo de embalagem de cada cabo. Os elementos de atividade estão representados na Figura 3.25 e na Figura 3.26, respetivamente para o cabo A e cabo B. O ciclo de trabalho corresponde ao conjunto dessas tarefas, necessárias para produzir uma bobina de madeira com o cabo A ou de uma caixa com o cabo B, consideradas como unidades produtivas. Para o ciclo de trabalho do cabo A foi considerada a ordem das tarefas utilizada pelos trabalhadores que têm o método de trabalho I. Movimentação manual da bobina para a paleta de modo direto, uma vez que corresponde ao método de trabalho utilizado pela maioria dos trabalhadores analisados.

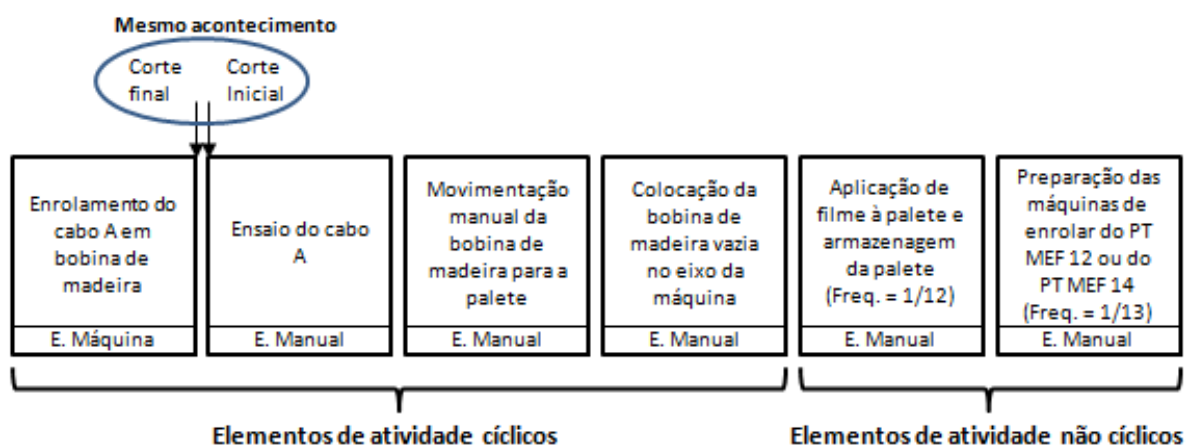


Figura 3.25 – Elementos de atividade do ciclo de trabalho: cabo A

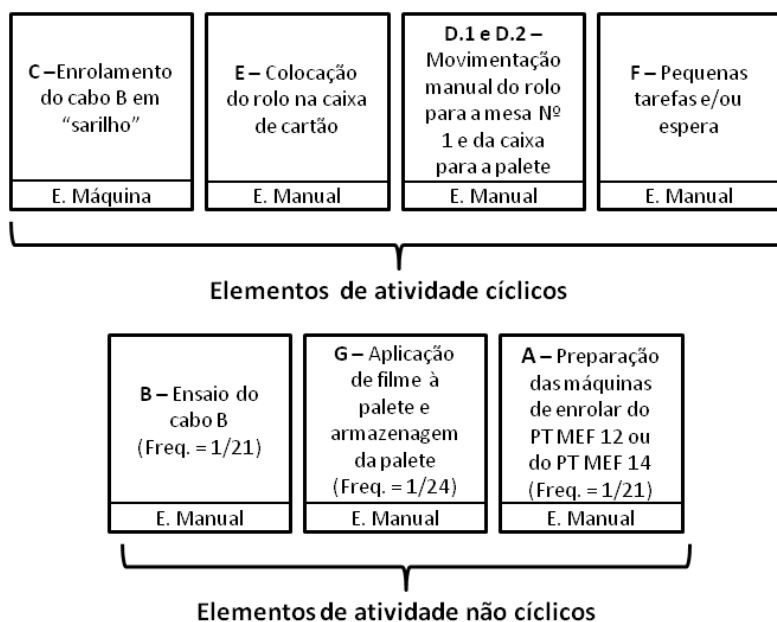
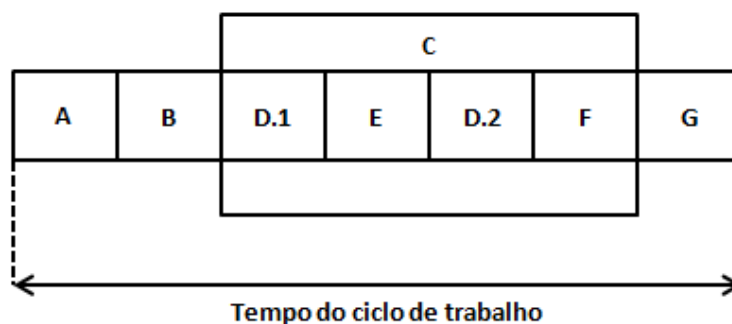


Figura 3.26 – Elementos de atividade do ciclo de trabalho: cabo B

É de notar que o elemento de atividade cíclico C correspondente à tarefa de enrolamento do cabo B em “sarilho” (Figura 3.26) é um elemento máquina que está a ser executado ao mesmo tempo que o trabalhador executa outros elementos de atividade (tarefas) manuais que foram descritos anteriormente, como sejam: colocação do rolo em caixa de cartão (E), a movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a paleta (D1 e D2), e pequenas tarefas (por exemplo: etiquetar as caixas, introduzir dados no computador) e, ou, espera (F). Esta situação pode ser representada através do diagrama Homem-Máquina que está ilustrado na Figura 3.27. Para o ciclo de trabalho do cabo A todos os elementos de atividade são feitos em sequência.



Legenda

- A - Preparação das máquinas de enrolar do PT MEF 12 ou do PT MEF 14
- B - Ensaio do cabo B
- C - Enrolamento do cabo B em “sarilho”
- D.1 - Movimentação manual do rolo para a mesa Nº 1
- D.2 - Movimentação manual da caixa para a paleta
- E - Colocação do rolo na caixa de cartão
- F - Pequenas tarefas e/ou espera
- G - Aplicação de filme à paleta e armazenagem da paleta

Figura 3.27 – Diagrama Homem-Máquina dos elementos de atividade do ciclo de trabalho: cabo B

a) Determinação do tempo do ciclo de trabalho normal

Para obter o tempo do ciclo de trabalho normal, primeiro é preciso determinar o tempo normal (T_N) que um trabalhador necessita para executar cada elemento de atividade (Niebel & Freivalds, 2003).

$$T_N = \text{Tempo Médio Observado (TMO)} \times \text{Factor de Atividade (FA)} \quad (3.1)$$

O TMO corresponde ao tempo médio cronometrado de cada elemento de atividade, em segundos, para uma amostra de dimensão n – número de observações realizadas. No Estudo do Trabalho, particularmente no estudo do tempo da atividade de trabalho, é comum usar amostras de dimensão $n < 30$ (Niebel & Freivalds, 2003). Para esta dimensão de amostra deve ser utilizada a distribuição *t-student*. No entanto, é possível determinar o número de observações necessárias a realizar (N) para cada elemento de atividade, em função de um valor de erro relativo (s) considerado admissível e um grau de confiança desejado ($1-p$).

$$N = \left[\frac{(t_{p,n-1} \times SD)}{(s \times TMO)} \right]^2 \quad (3.2)$$

Onde:

- $t_{p,n-1}$ = valor estatístico da distribuição *t* (valores críticos da distribuição *student*) para: grau de confiança ($1-p$), graus de liberdade ($n-1$), distribuição com 2 caudas
- $p = 0,05$ ou $p = 0,01$;
- SD = desvio padrão dos tempos observados (segundos);
- s = erro relativo pretendido (%), em função da precisão da cronometragem:
- alta precisão: $s = 1\% = 0,01$; média precisão: $s = 5\% = 0,05$; baixa precisão: $s = 10\% = 0,1$.

Caso o N se confirme inferior ao valor de n , significa que foram realizadas observações suficientes para a precisão de cronometragem e grau de confiança escolhidos (Aft, 2000). Caso contrário, teriam que ser realizadas mais $N-n$ observações para assegurar essa precisão e grau de confiança.

O FA baseia-se na comparação entre a velocidade de trabalho observada e a ideia que o observador faz de uma velocidade normal de execução do trabalho. O FA pode ser expresso em percentagem, sendo o valor de 100% utilizado como valor padrão para a velocidade normal de execução que um trabalhador qualificado mantém durante um dia ou turno de trabalho.

Neste estudo, para determinar o número de observações a realizar em cada elemento de atividade (N) foram utilizados os valores tabelados da distribuição *t-student* para um grau de

confiança de 95% (1-0,05), e foi utilizado um erro relativo de 10% (baixa precisão para a cronometragem). Para o FA foi atribuído o valor de 100%, uma vez que os trabalhadores analisados são todos qualificados para a atividade de trabalho que desenvolvem.

O TMO e o N obtidos para cada elemento de atividade do processo de embalagem do cabo A e do cabo B encontram-se disponíveis, respetivamente, na Tabela A.1 e na Tabela A.2 do Anexo A. Destas tabelas verifica-se que o n foi superior ao N para cada elemento de atividade, o que significa que foram realizadas observações suficientes para a precisão de cronometragem e grau de confiança escolhidos.

De seguida, foi calculado o T_N de cada elemento de atividade e, posteriormente, o tempo do ciclo de trabalho normal do processo de embalagem do cabo A e do cabo B, através da soma dos T_{Ns} (disponível na Tabela A.3 e na Tabela A.4 do Anexo A). Destes cálculos chegou-se a um tempo de ciclo de trabalho normal ($\sum T_N$) para o cabo A igual a 262,59 seg. e para o cabo B igual a 112,79 seg.

b) Determinação da duração de cada tarefa

Determinado o tempo do ciclo de trabalho normal para cada processo de embalagem, procedeu-se à determinação da duração de cada tarefa (elemento de atividade) durante o turno de trabalho (8h). Para isso, começou por se determinar o tempo *standard* e a produção diária *standard*. O tempo *standard* é o tempo que um trabalhador qualificado, com um ritmo normal de trabalho (FA = 100%), necessita para completar uma determinada tarefa ou produto, de acordo com o método de trabalho estabelecido (Aft, 2000). No entanto, devido a interrupções que vão surgindo durante o turno de trabalho, os trabalhadores não conseguem trabalhar continuamente ao mesmo ritmo. As interrupções de trabalho designadas por complementos de atividade PF&D (*Personal, Fatigue, Delays*), normalmente representadas em percentagem, correspondem ao tempo utilizado durante o turno de trabalho para necessidades pessoais, recuperação da fadiga e atrasos inevitáveis (Niebel & Freivalds, 2003; Aft, 2000). Dessa forma, é necessário ajustar o tempo *standard* (T_s) para refletir os complementos PF&D do turno de trabalho.

$$T_s = \sum T_N \times (1 + \% \text{ Complementos de atividade PF\&D}) \text{ (seg.)} \quad (3.3)$$

Onde:

% Complementos de atividade PF&D

$$= \frac{\text{Complementos PF\&D (min.)}}{\text{Horário normal de trabalho (min.)} - \text{Complementos PF\&D (min.)}} \times 100$$

A produção diária *standard* corresponde ao número de unidades produzidas durante o turno de trabalho.

$$\text{Produção diária } standard = \frac{\text{Horário normal de trabalho (seg.)}}{\text{Tempo } standard(\text{seg.})} \quad (3.4)$$

Neste estudo, os tempos *standard* correspondem ao tempo que o trabalhador necessita para produzir uma bobina com o cabo A e para produzir uma caixa com o cabo B. As produções *standard* correspondem ao número de bobinas de madeira com o cabo A e ao número de caixas com o cabo B que são produzidas durante o turno de trabalho.

Para a atividade de trabalho em estudo foram considerados os seguintes complementos PF&D:

- Duas pausas de 15 minutos: uma a meio da manhã e outra a meio da tarde;
- 10 minutos para limpeza e arrumação do posto de trabalho no final de cada turno de trabalho.

Substituindo estes valores, obtemos:

$$\% \text{ Complementos de atividade PF\&D} = \frac{40}{480 - 40} \times 100\% = 9,09\%$$

Substituindo os valores nas respetivas equações do tempo *standard* e da produção diária *standard*, obtiveram-se os valores que estão presentes na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Tempo *standard* e produção diária *standard* de cada cabo

Designação do cabo	Tempo <i>standard</i> (seg.)	Produção diária <i>standard</i> (unidades/turno)
Cabo A	$262,59 \times (1 + 0,0909) = 286,46 \approx 286$	$28.800/286 \approx 101$
Cabo B	$112,79 \times (1 + 0,0909) = 123,04 \approx 123$	$28.800/123 \approx 234$

Finalmente, através da determinação da produção diária *standard*, é possível calcular o tempo despendido em cada elemento de atividade (tarefa) no turno de trabalho.

$$\text{Tempo de cada elemento de atividade no turno de trabalho} = \text{Produção diária } standard \times T_N \text{ do elemento de atividade} \quad (3.5)$$

O tempo e a percentagem de tempo despendidos no turno de trabalho para cada elemento de atividade e para os complementos PF&D do processo de embalamento do cabo A e do cabo B estão disponíveis na Tabela 3.8 e na Tabela 3.9.

Tabela 3.8 – Distribuição do tempo de turno por elemento de atividade e pelos complementos PF&D: cabo A

Produção diária <i>standard</i> (unidades/turno)	Elemento de atividade	T _N (seg.)	Tempo no turno (min)	% de tempo no turno
101	Enrolamento do cabo A em bobina de madeira	95,38	160	33
	Ensaio do cabo A	90,64	152	32
	Movimentação manual da bobina de madeira para a paleta	6,25	10	2
	Colocação da bobina de madeira vazia no eixo da máquina	17,32	29	6
	Aplicação de filme à paleta e armazenagem da paleta	29,51	49	10
	Preparação das máquinas de enrolar do PT MEF 12 ou do PT MEF 14	23,49	39	8
Complementos PF&D			40	8
Total			480	100

Tabela 3.9 – Distribuição do tempo de turno por elemento de atividade e pelos complementos PF&D: cabo B

Produção diária <i>standard</i> (unidades/turno)	Elemento de atividade		T _N (seg.)	Tempo no turno (min)	% de tempo no turno
234	Enrolamento do cabo B em “sarilho”	Colocação do rolo na caixa de cartão	32,01	125	26
		Movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a palete	7,59	30	6
		Pequenas tarefas e/ou espera	39,57	154	32
	Ensaio do cabo B		4,32	17	4
	Aplicação de filme à palete e armazenagem da palete		14,76	58	12
	Preparação das máquinas de enrolar do PT MEF 12 ou do PT MEF 14		14,54	57	12
Complementos PF&D				40	8
Total				480	100

Através da Tabela 3.8 observa-se que a tarefa (elemento de atividade) de “enrolamento do cabo A em bobina de madeira” é a tarefa do processo de embalagem do cabo A que ocupa mais tempo no turno de trabalho, correspondendo a um total de 160 minutos e a 33% do tempo do turno de trabalho. A “movimentação manual da bobina de madeira para a paleta” tem um total de 10 minutos, correspondendo a 2% do tempo do turno de trabalho.

A Tabela 3.9 mostra que as tarefas (elementos de atividade) de “colocação do rolo em caixa de cartão” e a de “pequenas tarefas e/ou espera”, são as tarefas do processo de embalamento do cabo B que ocupam mais tempo no turno de trabalho, correspondendo, respectivamente, a 125 min e a 154 min. A “tarefa de movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para palete” tem um tempo total de 30 minutos, correspondendo a 6% do tempo do turno de trabalho. O conjunto destas três tarefas – que se realizam ao mesmo tempo que se dá o “enrolamento do cabo B em “sarilho” – tem um tempo total de 309 minutos, que corresponde a 64% do tempo do turno de trabalho.

3.5. Seleção das metodologias

Como anteriormente referido, existem várias metodologias de identificação e avaliação do risco das tarefas de MMC. Estas metodologias podem incluir: *checklists*, relatórios ou questionários (nível I de intervenção), técnicas de observação direta que envolvem medições de parâmetros e sistemas de pontuações (nível II de intervenção), ou técnicas mais complexas de medição direta que envolvem medições de determinadas variáveis através de equipamentos mecânicos ou eletrónicos (nível III de intervenção). No entanto, as metodologias diferem nos custos associados, no treino e conhecimento exigido para as aplicar, além de que nem todas são as mais adequadas a cada caso. Desta forma, um aspeto importante a ter em conta é a seleção da(s) metodologia(s) mais adequada(s) ao caso que vai ser analisado e avaliado. A seleção constitui assim um desafio para o utilizador e avaliador. De acordo com Dempsey et al. (2005) e Russell et al. (2007) a seleção pode ser feita através de três critérios principais:

- Características do caso que vai ser analisado e avaliado;
- Questões de ordem prática;
- Preferência do utilizador.

O utilizador deve selecionar a metodologia que melhor se adapta aos objetivos do estudo, à complexidade e às características da tarefa de MMC que vai ser submetida a análise e avaliação, bem como à informação que o *output* da metodologia fornece ao utilizador.

As questões de ordem prática para a seleção da metodologia prendem-se, por exemplo, com a sua facilidade de utilização, com o tempo exigido na recolha e análise de dados, com os custos associados, com a disponibilidade de determinado equipamento ou ferramenta, com o conhecimento e, ou, a experiência específica exigida ou com a sua viabilidade no ambiente de trabalho em que vai ser aplicada.

A preferência do utilizador na seleção da metodologia pode ser influenciada por diversos fatores como, por exemplo, o tempo necessário de treino e, ou, de formação para o conseguir aplicar e

para interpretar os resultados obtidos ou ser influenciada pela familiaridade com determinada metodologia.

Alguns autores de estudos sobre a aplicação de várias metodologias de avaliação do risco das tarefas de MMC referem que as metodologias que se enquadram no nível II de intervenção são muito utilizadas pelas empresas, são na sua grande maioria fáceis de aplicar, são económicas e oferecem resultados satisfatórios na identificação e na avaliação do risco (Colim, 2009; Dempsey et al., 2005; Marras et al. 1999). Para além disso, conforme referido, algumas dessas metodologias também ajudam a identificar e priorizar características específicas da tarefa de MMC que estejam a contribuir para o aumento desse risco, ajudam a desenvolver medidas de intervenção ergonómica para esses trabalhos e avaliam a eficácia da implementação dessas medidas.

Por outro lado, a avaliação do risco associado à realização de tarefas de MMC através de várias metodologias de nível II, com diferentes *inputs* e *outputs*, diferentes capacidades de interpretação dos resultados obtidos e diferentes tipos de abordagens, permite a comparação dos resultados obtidos. Por sua vez, essa comparação possibilita validar o nível de risco associado a uma tarefa e alcançar um nível de risco “consensual” entre metodologias, que ajuda o utilizador, por exemplo, a tomar medidas de intervenção ergonómica e, quando necessárias, a saber se as medidas são efetivas.

Consequentemente, foram selecionadas neste trabalho algumas metodologias de nível II de intervenção em função dos seguintes critérios:

- Características e complexidade das tarefas de MMC;
- Fatores de risco que têm em consideração;
- Informação que o *output* da metodologia fornece;
- Custo e tempo exigidos na aplicação da metodologia.

Como algumas das metodologias de nível II (Tabela 2.1) apresentam limitações de aplicabilidade em alguns tipos de MMC, na Tabela 3.10 estão identificados os tipos de tarefas de MMC do caso estudado (elevar, baixar e transportar) que cada uma das metodologias selecionadas avalia. Na Tabela 3.11 estão indicados os tipos, os percentis da população avaliados e os *outputs* das metodologias. Na Tabela 3.12 estão listados os parâmetros ou fatores de risco que cada uma das metodologias avalia para os três tipos de MMC em estudo. Todas as metodologias selecionadas ajudam, caso seja necessário, a desenvolver medidas de intervenção ergonómica para eliminar ou reduzir o risco associado às tarefas de MMC e permitem avaliar a eficácia da implementação destas medidas.

De acordo com Dempsey (1999), a avaliação do risco de forma individual pode fornecer diferentes valores de exposição para os trabalhadores que executam o mesmo trabalho, uma vez que existem diversos fatores como por exemplo, a idade, o método e a técnica de trabalho ou as características antropométricas, que influenciam a exposição ao risco associado às tarefas de MMC. Para além disto, a avaliação individual conduz a recomendações ergonómicas ajustadas a cada um dos trabalhadores. Desta forma, devido aos trabalhadores dos postos de trabalho analisados terem características pessoais diferentes (Tabela 3.1) e métodos de trabalho diferentes quando executam as tarefas de MMC, a avaliação da exposição do risco vai ser realizada individualmente, ou seja, para cada um dos oito trabalhadores.

Tabela 3.10 – Identificação dos tipos de tarefas de MMC do caso de estudo (elevar, baixar e transportar) que cada uma das metodologias selecionadas avalia

Metodologias	Tipos de tarefas de MMC avaliadas
Equação revista de NIOSH'91 (Waters et al., 1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar • Baixar
Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar
Modelos de Shoaf (Shoaf et al., 1997)	<ul style="list-style-type: none"> • Baixar • Transportar
Guia de Mital (Mital et al., 1997)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar • Baixar • Transportar
KIM (Steinberg, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar • Baixar • Transportar
MAC (HSE, 2014b)	<ul style="list-style-type: none"> • Elevar • Baixar • Transportar

Tabela 3.11 – Tipo, percentis avaliados e outputs das metodologias selecionadas

Metodologias	Tipo	Percentis avaliados	Output
Equação revista de NIOSH'91	Quantitativa	Não especificado	Peso Limite Recomendado (PLR) e Índice de elevação da tarefa Simples (STLI) ou Índice de elevação composto (CLI)
Modelo CLM	Quantitativa	5 a 95%	Peso base (P_b) e Índice Relativo de Segurança na Elevação (IRSE) ou Índice Pessoal de Segurança na Elevação (IPSE)
Modelos de Shoaf	Quantitativa	5 a 95%	Peso base (P_b) e Índice Pessoal de Segurança da tarefa (IPS)
Guia de Mital	Quantitativa	10, 25, 50, 75 e 90%	Risco potencial (R)
KIM	Semi-quantitativa	Não especificado	Pontuação total do risco correspondente a um nível de risco e a uma descrição
MAC	Semi-quantitativa	Não especificado	Pontuação total do risco e nível de cada fator de risco

Tabela 3.12 – Parâmetros avaliados pelas metodologias para as tarefas de elevar, baixar e transportar

Parâmetros avaliados	Metodologias					
	NIOSH'91	Modelo CLM	Modelos de Shoaf	Guia de Mital	KIM	MAC
Peso da carga	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Distância horizontal	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Distância e deslocamento vertical	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Distância de transporte	-	-	✓	✓	✓	✓
Frequência das movimentações	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Duração da tarefa	✓	✓	✓	✓	-	-
Assimetria da carga	-	-	-	✓	✓*	✓
Assimetria (rotação) do tronco	✓	✓	-	✓	✓	✓
Postura (flexão do tronco, braços)	-	-	-	-	✓	✓
Espaço disponível para colocação da carga	✓	-	-	✓	✓	✓
Qualidade da pega da carga	✓	✓	-	✓	-	✓
Idade	-	✓	✓	-	-	-
Peso corporal	-	✓	✓	-	-	-
Diferenciação entre sexos	-	✓	✓	✓	✓	-
Condições ambientais (temperatura, humidade relativa, ventilação e iluminação)	-	✓*	✓*	✓*	✓	✓
Condições do local de trabalho (por exemplo: superfície do pavimento, espaço de trabalho e obstáculos no percurso)	-	-	-	✓*	✓	✓

Avaliado:✓; Avaliado parcialmente:✓*; Não avaliado: -

3.5.1. Equação Revista de NIOSH'91

Em 1981, o NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) publicou um guia que tinha como objetivo eliminar ou reduzir os riscos de lesões lombares, em particular no desenvolvimento de lombalgias, em tarefas de elevar ou baixar, através do estabelecimento de uma equação que permitia calcular o peso limite recomendável para os trabalhadores que executavam estas tarefas (citado por (Waters et al., 1994)). Posteriormente, em 1991, a equação foi revista e denominada por Equação Revista de NIOSH'91. A equação revista tem informação atualizada em aspetos fisiológicos, biomecânicos, psicofísicos e epidemiológicos relacionados com tarefas de elevar ou baixar e passou a incluir novas variáveis da tarefa, como por exemplo, a qualidade das pegadas da carga (citado por (Waters et al., 1994)). Para além disso, passou a permitir o cálculo de um índice de elevação (LI – *Lifting Index*) para a identificação do risco de lesões lombares, em particular no desenvolvimento de lombalgias. Em 1994 foi publicado o manual “*Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*” que completa a descrição da equação, ajuda a sua aplicação, faz referência às limitações da equação e da sua aplicação, e sugere intervenções ergonómicas para a redução do risco de lombalgias em MMC (Waters et al., 1994).

A Equação Revista de NIOSH'91 tem sido uma das metodologias mais utilizadas pelas empresas para a avaliação do risco nas tarefas de MMC (Colim, 2009; Dempsey et al., 2005). Por motivo de simplificação, daqui em diante a equação passará a ser designada por NIOSH'91.

a) Constituição da NIOSH'91

O produto obtido pela NIOSH'91, denominado por Peso Limite Recomendado (PLR), é tido como o peso da carga (kg), para uma determinada tarefa com um conjunto de características, que quase todos os trabalhadores saudáveis podem manusear durante um período substancial, sem um aumento do risco de desenvolver lesões lombares, em particular lombalgias (Waters et al., 1994).

O PLR é determinado pela seguinte equação, composta por multiplicadores – coeficientes de redução – que estão associados a seis variáveis da tarefa e a uma constante (constante da carga).

$$PLR = CC \times MH \times MV \times MD \times MA \times MP \times MF \quad (3.6)$$

Constante da carga (CC)

A CC é o peso máximo recomendado, fixado em 23 kg, para um levantamento/abaixamento efetuado sob condições ótimas. As condições ótimas são as que originam que todos os coeficientes de redução da equação sejam iguais a 1.

Multiplicador horizontal (MH)

O MH avalia a distância horizontal (H, em cm) no início da elevação/abaixamento que corresponde à projeção sobre o solo do ponto médio entre as mãos na carga e a linha vertical que passa pelo ponto médio entre os tornozelos. O MH é determinado através da expressão:

$$MH = 25/H \quad (3.7)$$

Caso H seja inferior a 25 cm deve considerar-se o valor de 25 cm.

Multiplicador vertical (MV)

O MV está relacionado com a distância vertical (V, em cm) que corresponde à distância das mãos ao solo no início da elevação/abaixamento. Quando existe assimetria das mãos durante a movimentação da carga, deve ser feita a média das distâncias à mão esquerda e direita. Quando o V se afasta dos 75 cm, o valor do MV calcula-se através da expressão:

$$MV = (1 - 0,003 \times |V - 75|) \quad (3.8)$$

Para $V > 175$ cm, considera-se o $MV = 0$.

Multiplicador do deslocamento vertical (MD)

O deslocamento vertical (D, em cm) é definido pela diferença da altura das mãos desde o início até ao destino do movimento de elevação/abaixamento. O MD é calculado através da expressão:

$$MD = (0,82 + 4,5/D) \quad (3.9)$$

Onde:

$$D = [V1 - V2];$$

V1 = V – altura das mãos na origem do movimento;

V2 – altura das mãos no destino do movimento.

A variável D assume valores mínimos de 25 cm e máximos de 175 cm. No caso de $D \leq 25$ cm o valor do MD = 1, no caso de $D > 175$ cm o valor do MD = 0.

Multiplicador de assimetria (MA)

A assimetria corresponde ao ângulo de rotação do tronco (A, em °), que começa ou termina fora do plano sagital na origem/destino do movimento. O MA é calculado através da seguinte expressão:

$$MA = 1 - (0,0032 \times A) \quad (3.10)$$

O valor máximo do MA é obtido quando a movimentação da carga ocorre no plano sagital (0°). O A está limitado ao intervalo entre 0° e 135°. Para $A > 135^\circ$ considera-se o MA = 0.

Multiplicador da qualidade da pega da carga (MP)

O MP avalia a qualidade da pega da carga, estando os seus valores disponíveis na Tabela 3.13 e são obtidos em função da classificação da qualidade da pega e da distância vertical (V).

Tabela 3.13 – Valores para o multiplicador da qualidade da pega da carga (MP) – NIOSH'91

Classificação – Qualidade da pega	MP	
	V < 75 cm	V ≥ 75 cm
Boa	1,00	1,00
Razoável	0,95	1,00
Má	0,90	0,90

Para se classificar a qualidade da pega da carga deve consultar-se as condições ou características da pega descritas por Waters et al. (1994).

Multiplicador de frequência (MF)

O MF é calculado tendo em conta: a frequência (F) que corresponde ao número de elevações/abaixamentos por minuto, a duração da tarefa de elevação/abaixamento manual de cargas de forma contínua (DT, em horas) e a distância vertical (V, em cm). Os valores do MF encontram-se disponíveis na Tabela 3.14. Para uma frequência que não esteja disponível diretamente na tabela, deverá realizar-se uma interpolação linear entre frequências tabeladas.

b) Índice de Elevação

Determinado o PLR é possível calcular o índice de elevação (*Lifting Index*- LI) que fornece uma estimativa do esforço físico necessário para executar a MMC e permite identificar o risco de desenvolvimento de lombalgias. Para além disso, também permite identificar tarefas de MMC potencialmente perigosas ou comparar a gravidade de duas tarefas de forma a avaliá-las e redesenhá-las do ponto de vista ergonómico, tendo como objetivo alcançar o valor de $LI \leq 1$. O LI é definido pelo quociente entre o Peso da Carga (PC) manipulada e o Peso Limite Recomendável (PLR) para cada tarefa:

$$LI = \frac{PC (kg)}{PLR (kg)} \quad (3.11)$$

De acordo com Waters et al., (1994), o LI pode ser classificado em **3 zonas de risco**:

- **Risco limitado ou aceitável – $LI < 1$** – a maioria dos trabalhadores que realizam este tipo de tarefa não deve correr risco de lesões lombares, em particular lombalgias, não sendo por isso necessária intervenção ergonómica.

- **Risco moderado ou acrescido** – $1 \leq LI < 3$ – alguns trabalhadores que realizam esta tarefa estão em risco de lesões lombares, em particular de lombalgias. Para reduzir ou eliminar esse risco, esta tarefa deve ser redesenhada a nível ergonómico através de medidas de controlo de engenharia e/ou organizacionais.
- **Risco elevado ou substancial** – $LI \geq 3$ – este tipo de tarefa é inaceitável a nível ergonómico pois quase todos os trabalhadores estarão expostos a um aumento considerável do risco de lesões lombares, em particular lombalgias. Assim, para reduzir ou eliminar esse risco é necessária a implementação de medidas de controlo de engenharia e/ou organizacionais.

Tabela 3.14 – Valores para o multiplicador de frequência (MF) – NIOSH'91

Frequência: elev./min	Duração da tarefa					
	≤ 1 hora		$> 1 - \leq 2$ horas		$> 2 - \leq 8$ horas	
	V<75 cm	V \geq 75 cm	V<75 cm	V>75 cm	V<75 cm	V \geq 75 cm
$\leq 0,2^{(1)}$	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

(1) Para valores de frequência inferiores a 0,2 elevações por minuto, considerar o valor do multiplicador correspondente a 0,2 elevações por minuto.

Apesar do PLR e do LI se basearem no conceito de que o risco de desenvolvimento de lombalgias aumentar à medida que as exigências das tarefas também aumentam, a gravidade das lesões que poderão ser desenvolvidas não são conhecidos (Waters et al., 1994).

c) Procedimento para analisar as tarefas de MMC

Antes de se iniciar a avaliação de risco das tarefas de MMC deve ter-se em conta as limitações da NIOSH'91 e as condições de aplicabilidade, caso contrário uma incorreta aplicação pode subestimar ou sobrestimar o risco de desenvolvimento de lombalgias nos trabalhadores (Waters et al., 1994). Verificada a aplicabilidade da equação, deve ter-se em conta os seguintes aspetos:

- Se é necessário controlo significativo - definido como uma condição exigida de posicionamento e colocação precisa da carga no destino da elevação/abaixamento como são exemplos: 1) quando o trabalhador necessita de repegar a carga no destino, 2) é necessário segurar momentaneamente a carga no destino, ou 3) o trabalhador tem que posicionar ou “guiar” cuidadosamente a carga no destino. O controlo significativo pode exigir um esforço físico suplementar na colocação da carga no destino, comparativamente ao necessário para iniciar a movimentação. Quando é exigido controlo significativo é necessário calcular o PLR no início e no final da elevação/abaixamento, sendo considerado o menor dos dois valores calculados.
- Se a movimentação manual das cargas executada pelo(s) trabalhador(es) deve ser avaliada como sendo uma 1) tarefa simples (*single task*) ou uma 2) multitarefa (*multi-task*).

1) Tarefa simples

Entende-se por tarefa simples de elevação/abaixamento, um trabalho de movimentação manual de cargas onde as variáveis da equação não variam significativamente de tarefa para tarefa, ou apenas uma tarefa tem interesse em avaliar (por exemplo: análise do pior caso).

2) Multitarefa

Os trabalhos com multitarefa são aqueles onde se registam diferenças significativas entre as variáveis associadas às diferentes tarefas de elevação/abaixamento de cargas, como são exemplos os trabalhos de paletização ou despaletização com vários níveis de cargas. Contudo, a avaliação multitarefa implica que a tarefa global de MMC tenha que ser decomposta em tarefas simples. Por sua vez, as tarefas simples precisam de ser analisadas em separado para se determinar o índice de elevação composto (*Composite Lifting Index* - CLI), correspondente à tarefa global. Para calcular o CLI é preciso determinar em primeiro lugar os seguintes parâmetros:

1. $FIRWL_j = CC \times MH \times MV \times MD \times MA \times MP$ (Não considera o MF, ou seja, $MF = 1$)
2. $STRWL_j = FIRWL_j \times MF_j$
3. $FILI_j = P_{máximo}C_j / FIRWL_j$
4. $STLI = P_{médio}C_j / STRWL_j$

Onde:

- j = índice de cada tarefa simples;
- $FIRWL_j$ = peso limite recomendável independente da frequência para cada tarefa simples;
- $STRWL_j$ = peso limite recomendável da tarefa simples;
- $FILI_j$ = índice de elevação independente da frequência para cada tarefa simples;
- $P_{máximo}C_j$ = peso máximo da carga na tarefa simples;
- $STLI_j$ = índice de elevação da tarefa simples;
- $P_{médio}C_j$ = peso médio da carga na tarefa simples.

De seguida, as tarefas simples devem ser reordenadas por ordem decrescente do valor do $STLI_j$, de modo a que as tarefas simples com maior esforço físico – com maior risco associado – sejam consideradas em primeiro lugar. De notar que, caso algum $STLI_j$ exceda o valor de 1 poderá ser indício de necessidade de uma intervenção ergonómica para diminuir a exigência física da tarefa global analisada. Posteriormente, o CLI da tarefa global é calculado através da expressão:

$$CLI = STLI_1 + \sum \Delta LI \quad (3.12)$$

Onde: $STLI_1$ é a tarefa simples com maior $STLI$

Em que:

$$\begin{aligned} \sum \Delta LI = & FILI_2 \times \left(\frac{1}{MF_{1,2}} - \frac{1}{MF_1} \right) + FILI_3 \times \left(\frac{1}{MF_{1,2,3}} - \frac{1}{MF_{1,2}} \right) + FILI_4 \\ & \times \left(\frac{1}{MF_{1,2,3,4}} - \frac{1}{MF_{1,2,3}} \right) + \dots + FILI_n \times \left(\frac{1}{MF_{1,2,3,4,\dots,n}} - \frac{1}{MF_{1,2,3,4,\dots,(n-1)}} \right) \end{aligned}$$

Onde: $MF_{1,2}$ corresponde ao MF do somatório das frequências $f_1 + f_2$. O valor do $MF_{1,2}$ é obtido através da Tabela 3.14.

O valor do CLI deve ser interpretado e classificado de acordo com as 3 zonas de risco do LI.

3.5.2. Modelo CLM (*Comprehensive Lifting Model*)

O “*Comprehensive Lifting Model*” – CLM, desenvolvido por Hidalgo et al., (1997), é um modelo de avaliação e design de tarefas de elevação manual de cargas que pode ser utilizado para determinar os pesos limites recomendáveis das cargas para um trabalhador ou um grupo de trabalhadores, bem como para avaliar o nível de segurança destas tarefas através de dois índices. O desenvolvimento do modelo CLM foi baseado na Equação Revista de NIOSH’91 para tarefas simples. No entanto tenta dar resposta a algumas limitações desta equação, razão pela qual foi

selecionado como metodologia de avaliação das tarefas de MMC em estudo. Em comparação com esta equação, o Modelo CLM tem em conta:

- O peso limite da carga recomendado a elevar para diferentes percentagens da população trabalhadora, não estando limitada a 75% da população feminina e 99% da população masculina;
- O sexo dos trabalhadores como uma variável de entrada (*input*);
- Diferentes períodos de duração da tarefa de elevação, em vez de serem usados intervalos de dados que agrupem diferentes durações (por exemplo: de 2 a 8 horas);
- O efeito de *stress* térmico no trabalhador.

Constituição do Modelo CLM

O CLM é um modelo multiplicativo constituído pela seguinte expressão:

$$CE = P_b \times MH \times MV \times MD \times MF \times MDT \times MA \times MP \times MST \times MI \times MPC \quad (3.13)$$

Onde:

- CE = capacidade de elevação, em kg;
- P_b = peso base, considerado como a carga máxima aceitável para uma percentagem específica de população trabalhadora, em kg;
- MH = multiplicador para a distância horizontal (H);
- MV = multiplicador para a distância vertical (V);
- MD = multiplicador para o deslocamento vertical (D);
- MF = multiplicador para a frequência das elevações (F);
- MDT = multiplicador para a duração da tarefa (DT);
- MA = multiplicador para o ângulo de rotação (A);
- MP = multiplicador para a qualidade da pega da carga (P);
- MST = multiplicador para o *stress* térmico (ST);
- MI = multiplicador para a idade (I);
- MPC = multiplicador para o peso corporal (PC).

Para se determinarem os valores dos multiplicadores é preciso obter as seguintes variáveis:

- Sexo do trabalhador
- H – distância horizontal entre as mãos e a linha vertical que passa pelos tornozelos no início da elevação (cm);
- V – distância vertical desde o solo até às mãos no início da elevação (cm);
- D – deslocamento vertical percorrido pelas mãos desde o início até ao destino da elevação (cm);
- F – frequência das elevações (vezes/min.);

- DT – duração da tarefa (h);
- A – ângulo de rotação do tronco durante a elevação em relação ao plano sagital do trabalhador (°);
- P - qualidade da pega da carga;
- ST - índice de *stress* térmico: WBGT - *Wet Bulb Globe Temperature* (°C);
- I - idade do trabalhador (anos);
- PC - peso corporal do trabalhador (kg).

A maioria dos valores dos multiplicadores são obtidos pela consulta de gráficos, exceção feita para o MP (Tabela 3.15) (Hidalgo et al., 1997). Na Figura 3.28 está exemplificado o gráfico que se utiliza para determinar o valor do MH.

Tabela 3.15 – Valores para o multiplicador da pega da carga (MP) – Modelo CLM

Qualidade da pega	MP
Pegas boas e confortáveis ou pontos de apoio firmes para iniciar a elevação	1,00
Pegas de má qualidade ou pontos de apoio limitados ou escorregadios	0,925
Sem pegas ou pontos de apoio para iniciar a elevação	0,850

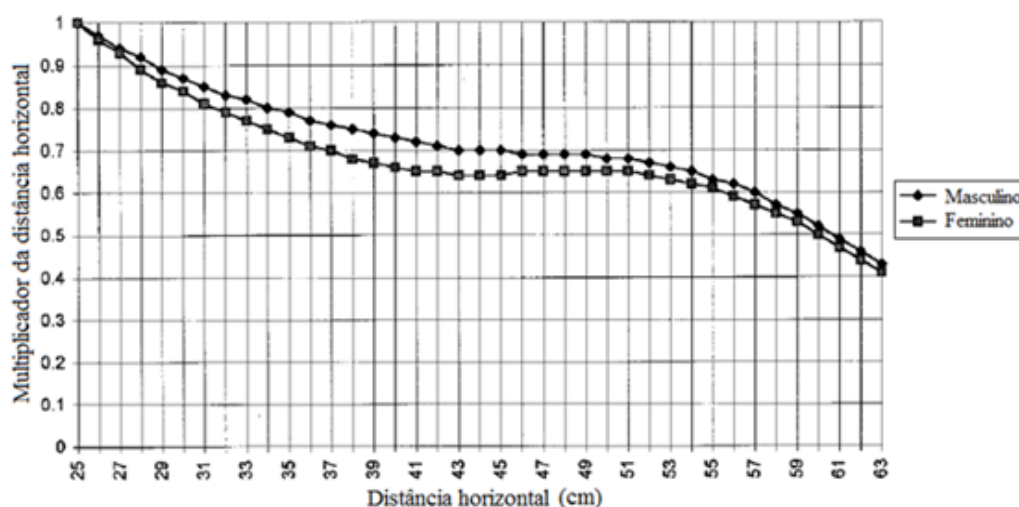


Figura 3.28 – Gráfico para determinar o valor do multiplicador da distância horizontal (MH) (Adaptado de Hidalgo et al., 1997)

De notar que para se determinar o valor do MDT (Figura 3.29), segundo a abordagem fisiológica ou a abordagem psicofísica, deve ter-se em consideração o valor da duração da tarefa e o valor da frequência das elevações. De acordo com os resultados obtidos nas duas fases de desenvolvimento do Modelo CLM, para frequências superiores a 4 vezes/min deve considerar-se a abordagem fisiológica, uma vez que esta abordagem demonstrou ser o fator limitante para o

peso máximo aceitável da carga, comparativamente à abordagem psicofísica (Hidalgo et al., 1997). Para frequências inferiores ou iguais a 4 vezes/min., como a abordagem fisiológica não foi o fator limitante para o peso máximo aceitável da carga, considerou-se neste trabalho a abordagem psicofísica para se determinar o valor do MDT.

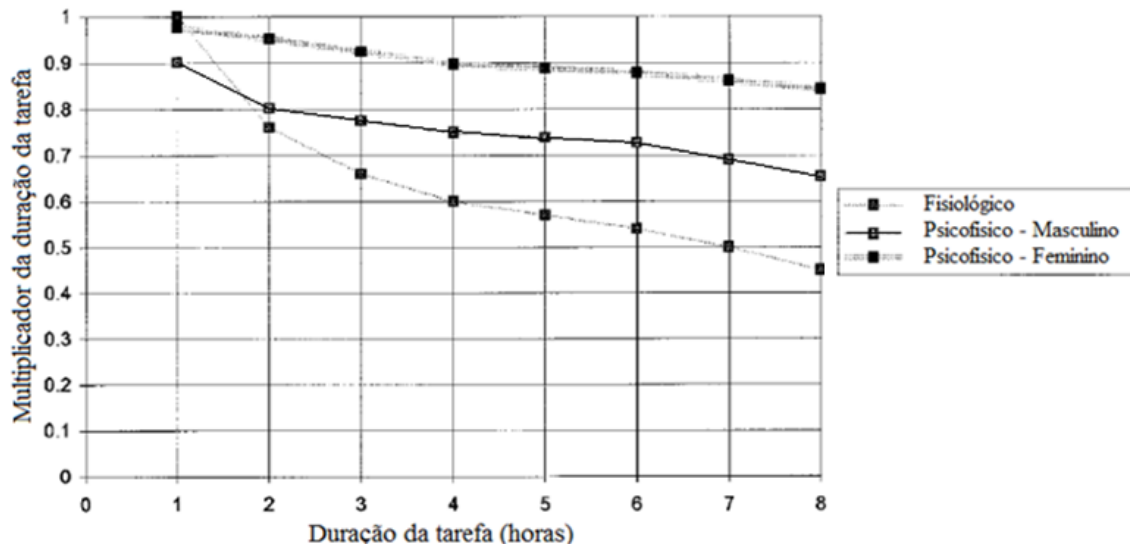


Figura 3.29 - Gráfico para determinar o valor do multiplicador da duração da tarefa (MDT) segundo dados fisiológicos e psicofísicos (Adaptado de Hidalgo et al., 1997)

Avaliação das tarefas de elevação manual de cargas

A partir da expressão do CLM, os autores do modelo desenvolveram dois tipos de índices que podem ser utilizados para avaliar o nível de segurança das tarefas de elevação manual de cargas (Hidalgo et al., 1997):

- **Índice Relativo de Segurança na Elevação (IRSE)** - é utilizado para avaliar um grupo de trabalhadores de um determinado sexo ou de ambos os sexos, sendo a capacidade de elevação (CE, em kg) em função dos parâmetros da tarefa (H, V, D, F, DT, A e P) e do parâmetro ambiental (ST);
- **Índice Pessoal de Segurança na Elevação (IPSE)** - é utilizado para avaliar um determinado trabalhador para qualquer um dos sexos, sendo a capacidade de elevação (CE, em kg) em função dos parâmetros individuais do trabalhador (I e PC), dos parâmetros da tarefa e do parâmetro ambiental.

Os índices são calculados através do seguinte procedimento:

1. Determinar o peso da carga elevada (kg), considerado como a capacidade de elevação (CE);

2. No caso do IRSE, determinar os valores para os parâmetros da tarefa e parâmetro ambiental e os respectivos valores dos multiplicadores (MH, MV, MD, MF, MDT, MA, MP e MST). No caso do IPSE, considerar também os parâmetros pessoais (I e PC) e os respectivos valores dos multiplicadores (MI e MPC);
3. Determinar o peso base (P_b) através da divisão do peso da carga elevada pelo produto dos multiplicadores. Através do P_b , é possível determinar a percentagem de população trabalhadora para a qual este peso é aceitável através da consulta do gráfico da Figura 3.30. A percentagem deve ser obtida segundo a abordagem biomecânica;
4. Determinar o valor do índice através da expressão:

$$\text{IRSE ou IPSE} = 10 - \frac{\% \text{ população}}{10} \quad (3.14)$$

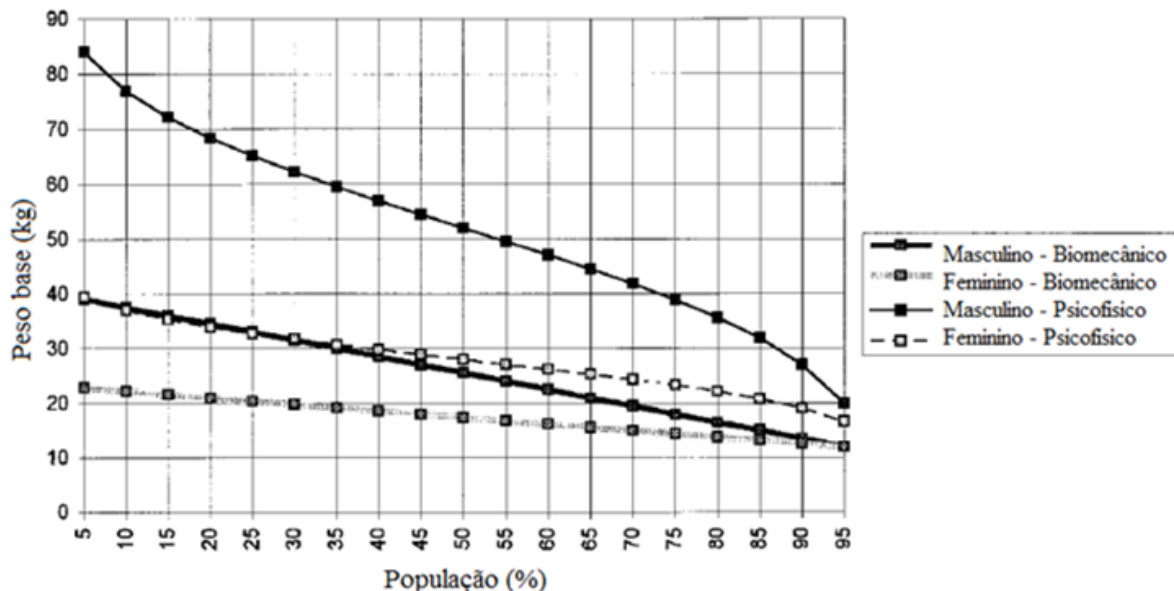


Figura 3.30 - Gráfico do peso base (kg) em função de diferentes percentagens de população para ambos os sexos, segundo a abordagem biomecânica e a abordagem psicofísica (Adaptado de Hidalgo et al., 1997)

Tanto o IRSE como o IPSE podem ser interpretados através de uma escala compreendida entre 0 e 10 (Tabela 3.16), onde uma pontuação mais alta corresponde a uma tarefa de elevação manual menos segura.

Tabela 3.16 – Escala para a interpretação do valor do IRSE ou do ISPE (Adaptado de Hidalgo et al., 1997)

Escala	Interpretação
0	
0,5	Extremamente segura
1	Muito segura
2	Segura
3	
4	Um pouco insegura
5	Insegura
6	
7	Muito insegura
8	
9	
10	Extremamente insegura

3.5.3. Modelos de Shoaf

No seguimento do Modelo CLM, Shoaf et al. (1997) desenvolveram um conjunto de quatro modelos matemáticos para avaliar tarefas manuais de: 1) baixar, 2) transportar, 3) empurrar e 4) puxar; com o objetivo de estabelecer limites de peso máximo aceitável de carga suportados pelo trabalhador para estas tarefas, de forma a protegê-los do risco de desenvolvimento de lesões lombares. Como base para a construção dos quatro modelos matemáticos foi utilizado o Modelo CLM desenvolvido por Hidalgo et al., (1997).

De seguida são apresentados apenas os modelos desenvolvidos para avaliar as tarefas de baixar e transportar cargas, uma vez que as duas tarefas de MMC em estudo não incluem tarefas de empurrar e de puxar cargas. De notar que a expressão do modelo para as tarefas de baixar e transportar cargas não contemplam alguns multiplicadores presentes na expressão do Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997), nomeadamente, o multiplicador da qualidade da pega (MP), o multiplicador do ângulo de rotação (MA) e o multiplicador do *stress* térmico (MST).

Modelo para tarefas de baixar cargas

O modelo desenvolvido para as tarefas de baixar cargas é composto pela seguinte expressão:

$$CA = P_b \times MH \times MV \times MF \times MDT \times MI \times MPC \quad (3.15)$$

Onde:

- CA = capacidade de abaixamento, em kg;
- P_b = peso base, considerado como a carga máxima aceitável para uma percentagem específica de população trabalhadora, em kg;
- MH = multiplicador para a distância horizontal (H);
- MV = multiplicador para a distância vertical (V);
- MF = multiplicador para a frequência do abaixamento (F);
- MDT = multiplicador para a duração da tarefa (DT);
- MI = multiplicador para a idade (I);
- MPC = multiplicador para o peso corporal (PC).

Para se determinarem os valores dos multiplicadores é preciso obter as seguintes variáveis:

- Sexo do trabalhador;
- H – distância horizontal entre as mãos e a linha vertical que passa pelos tornozelos no início do abaixamento (cm);
- $V = (V_i - V_f)$ – deslocamento vertical percorrido pelas mãos desde o início até ao destino do abaixamento (cm);
- V_i – distância vertical desde o solo até às mãos no início do abaixamento (cm);
- V_f – distância vertical desde o solo até às mãos no final do abaixamento (cm);
- F – frequência do abaixamento (vezes/min.);
- DT – duração da tarefa (h);
- I – idade do trabalhador (anos);
- PC – peso corporal do trabalhador (kg).

Os valores do MI, MPC e MDT são obtidos através dos respetivos gráficos presentes no Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997) e para o MDT deve ter-se em conta a consideração referida anteriormente. Os valores do MH, MV e MF são obtidos através da consulta de tabelas (Shoaf et al., 1997). Para valores que não estejam diretamente disponíveis nas tabelas deve fazer-se uma interpolação linear entre valores tabelados. Na Tabela 3.17 está exemplificada a tabela utilizada para se obter o MH em função do H e do V_i . De notar que caso o valor do H seja inferior a 39 cm, deve consultar-se o gráfico da Figura 3.28 do Modelo CLM.

À semelhança do Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997), é possível calcular os índices de segurança – Índice Relativo de Segurança (IRS) e Índice Pessoal de Segurança (IPS) – para as tarefas de baixar. Estes índices são calculados de forma análoga através do procedimento descrito anteriormente, sendo o P_b determinado através da consulta da tabela para tarefas de baixar (segundo a abordagem biomecânica) (Shoaf et al., 1997) .

Tabela 3.17 – Tabela para determinar o valor do multiplicador da distância horizontal (MH) para tarefas de baixar (Adaptado de Shoaf et al., 1997)

H (cm)	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
	Vi < 75 cm		Vi > 75 cm	
39	0,785	0,642	0,753	0,810
41	0,760	0,620	0,739	0,799
43	0,738	0,609	0,736	0,796
45	0,719	0,606	0,74	0,800
47	0,701	0,605	0,748	0,806
49	0,682	0,604	0,754	0,811
51	0,662	0,597	0,755	0,812
53	0,639	0,581	0,746	0,804
55	0,611	0,555	0,717	0,775
57	0,577	0,523	0,665	0,718
59	0,539	0,484	0,595	0,638
61	0,497	0,439	0,51	0,541
63	0,453	0,387	0,414	0,433

Modelo para tarefas de transportar cargas

O modelo desenvolvido para as tarefas de transportar cargas é composto pela seguinte expressão:

$$CT = P_b \times MV_t \times MD_t \times MF \times MDT \times MI \times MPC \quad (3.16)$$

Onde:

- CT = capacidade de transportar, em kg;
- P_b = peso base, considerado como a carga máxima aceitável para uma percentagem específica de população trabalhadora, em kg;
- MV_t = multiplicador para a distância vertical de transporte (V_t);
- MD_t = multiplicador para a distância de transporte percorrida pela carga (D);
- MF = multiplicador para a frequência do transporte (F);
- MDT = multiplicador para a duração da tarefa (DT);
- MI = multiplicador para a idade (PC);
- MPC = multiplicador para o peso corporal (PC).

Para se determinarem os valores dos multiplicadores é preciso obter as seguintes variáveis:

- Sexo do trabalhador;
- V_t – distância vertical desde o solo até às mãos durante o transporte (cm);
- D_t – distância de transporte percorrida pela carga (m);
- F – frequência do transporte (vezes/min.);

- DT – duração da tarefa (h);
- I – idade do trabalhador (anos);
- PC – peso corporal do trabalhador (kg).

Os valores do MV, MD_i e MF são obtidos através da consulta de tabelas (Shoaf et al., 1997). Os valores do MI, MPC e MDT e os índices de segurança (IRS e IPS) são obtidos de acordo com o indicado no Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997). O P_b é determinado, segundo a abordagem biomecânica, através da consulta da tabela para tarefas de transportar (Shoaf et al., 1997).

3.5.4. Guia de Mital

Em ambientes ocupacionais como por exemplo na indústria, a maioria dos postos de trabalho com tarefas de MMC envolve uma combinação de vários tipos de tarefas como: elevar, baixar, empurrar, puxar, segurar e transportar cargas. No entanto, segundo Mital (1999) até à década de 90, grande parte das metodologias desenvolvidas para a avaliação do risco da MMC estavam limitadas a tarefas de elevar ou baixar cargas. De modo a abranger a avaliação de vários tipos de tarefas de MMC foi elaborado o *Guia de Mital* (Mital et al., 1997). Este guia permite a avaliação e a conceção dos postos de trabalho (PT) que envolvem os seguintes tipos de tarefas de MMC para ambos os sexos:

- Elevar/baixar, com uma ou duas mãos e por uma ou duas pessoas;
- Empurrar com uma e com as duas mãos;
- Puxar com uma e com as duas mãos;
- Transportar com uma e com as duas mãos;
- Segurar em diversas posições;
- Manipular objetos em posturas pouco comuns;
- Manipular objetos a alta frequência e com limite de tempo.

O *Guia Mital* baseia-se em quatro tipos de abordagens: epidemiológica, biomecânica, fisiológica e psicofísica.

a) Descrição da metodologia

A metodologia baseia-se no conceito de que a capacidade de um trabalhador executar a tarefa de MMC depende da capacidade de realizar as tarefas individuais que constituem essa tarefa. Desta forma, a avaliação e conceção dos postos de trabalho são realizadas através de uma abordagem elementar, isto é, dividindo a tarefa de MMC em tarefas individuais (Mital et al., 1997).

Uma vez que as tarefas de MMC avaliadas neste estudo são do tipo elevar, baixar e transportar cargas com as duas mãos, apresenta-se apenas a descrição da metodologia para estas tarefas, que é constituída pelos 5 passos seguintes:

Passo 1. Dividir o posto de trabalho de MMC em tarefas individuais (elevar, transportar e baixar), podendo haver mais que uma tarefa do mesmo tipo. Pode ser desenhado o *layout* do PT, apresentando a forma e as dimensões dos objetos e as distâncias a percorrer. Registrar a duração total do trabalho, incluindo as pausas (almoço, café, etc.), e calcular o tempo de ciclo ou outro método que permita calcular a frequência das manipulações. É de notar que nesta metodologia a frequência das manipulações para cada uma das tarefas individuais corresponde à frequência (global) da tarefa de MMC, e não a uma frequência para cada tarefa individual como é utilizada na avaliação multitarefa de NIOSH'91 (Waters et., 1994).

Passo 2. Escolher o percentil da população para o qual o PT vai ser projetado/avaliado: 10%, 25%, 50%, 75% ou 90%.

Passo 3. Para cada tarefa individual, determinar a cadência de trabalho recomendada, W_R (kg.m/min), e a cadência de trabalho atual, W_A (kg.m/min). Para se obter a W_R começa-se por obter os valores dos parâmetros necessários para cada tipo de tarefa, que estão disponíveis na Tabela 3.18. Os valores das distâncias indicadas nesta tabela podem ser obtidos medindo no próprio local ou a partir das plantas do PT.

Tabela 3.18 – Parâmetros a considerar para a avaliação de cada tipo de tarefa

Tipo de tarefa	Parâmetros de avaliação
Elevar/baixar	<ul style="list-style-type: none"> • Percentil da população desejado (%) • Peso da carga (kg) • Distância vertical percorrida pela carga (cm) = ponto inicial da movimentação – ponto final da movimentação • Frequência da movimentação (vezes/min.) • Dimensão da carga, no plano sagital (cm)
Transportar	<ul style="list-style-type: none"> • Percentil da população desejado (%) • Peso da carga (kg) • Distância do transporte (m) • Altura das mãos na carga durante o transporte (cm) • Frequência da movimentação (vezes/min.)

De seguida, com os valores dos parâmetros, determina-se o valor do peso (limite) da carga recomendado para a tarefa individual através da consulta de tabelas disponíveis no Guia de Mital (Mital et al., 1997). No caso da tarefa individual ser do tipo elevar ou baixar tem que se corresponder a distância vertical percorrida pela carga à amplitude vertical onde se dá essa

movimentação que está disponível na tabela. Caso o peso da carga recomendado para um dado valor do parâmetro não esteja diretamente disponível nas tabelas, deve fazer-se uma interpolação linear entre os valores tabelados. De notar que os pesos recomendados presentes nestas tabelas são para movimentações simétricas (ângulo de rotação do tronco entre 0-30°) com as duas mãos e para uma duração da tarefa igual a 8 horas.

Posteriormente é calculado a W_R e a W_A de cada tarefa individual, através dos procedimentos presentes em **3.1** para tarefas de elevar e baixar e em **3.2** para tarefas de transportar.

3.1 Cálculo da W_A e da W_R de uma tarefa de elevar/baixar

A W_A é determinada através da expressão:

$$W_A \text{ (kg.m/min)} = \text{Peso da carga (kg)} \times \text{Distância vertical percorrida pela carga (m)} \times \text{Frequência da movimentação (vezes/min)} \quad (3.17)$$

A W_R é determinada pela seguinte expressão:

$$W_R \text{ (kg.m/min)} = A \times \text{Distância vertical percorrida pela carga (m)} \times \text{Frequência da movimentação (vezes/min)} \times \text{Multiplicadores de ajustamento} \quad (3.18)$$

Onde:

A = Peso recomendado (kg) para os parâmetros (deve ser consultada a respetiva tabela): percentil da população, amplitude vertical, frequência da elevação/abaixamento e dimensão da carga;

Multiplicadores de ajustamento = Multiplicador de duração da tarefa \times Multiplicador para limitação à postura de pé \times Multiplicador para elevações assimétricas \times Multiplicador para assimetria da carga \times Multiplicador para a qualidade da pega \times Multiplicador para o espaço disponível para colocação da carga \times Multiplicador para o *stress* térmico

Para refletir a influência das condições reais de trabalho, o peso da carga recomendado deve ser ajustado através dos multiplicadores de ajustamento. Estes multiplicadores influenciam a capacidade dos trabalhadores executarem tarefas de MMC. Os valores dos multiplicadores são obtidos através das respetivas tabelas disponíveis no Guia de Mital (Mital et al., 1997).

3.2 Cálculo da W_A e da W_R de uma tarefa de transportar

A W_A é determinada através da expressão:

$$W_A(\text{kg.m/min}) = \text{Peso da carga (kg)} \times \text{Distância do transporte (m)} \times \text{Frequência do transporte (vezes/min)} \quad (3.19)$$

A W_R é determinada pela seguinte expressão:

$$W_R(\text{kg.m/min}) = C \times \text{Distância do transporte (m)} \times \text{Frequência do transporte (vezes/min)} \times \text{Multiplicadores de ajustamento} \quad (3.20)$$

Onde:

C = Peso recomendado (kg) para os parâmetros (deve ser consultada a respetiva tabela): percentil da população, distância do transporte, altura das mãos durante o transporte e a frequência do transporte.

Passo 4. Para cada tarefa individual, deve ser comparada a cadência de trabalho recomendada (W_R) com a cadência de trabalho atual (W_A) através do cálculo do risco potencial R , determinado pela expressão:

$$R = \frac{W_A}{W_R} \quad (3.21)$$

Passo 5. Caso o R obtido seja superior a 1 deve redesenhar-se essa tarefa, uma vez que a mesma ultrapassa a capacidade do trabalhador e dessa forma este está mais exposto à ocorrência de lesões na zona lombar (Mital, 1999). O R pode ser reduzido para um valor igual ou inferior a 1 através de diversas soluções alternativas como por exemplo pela redução: do peso da carga, da distância percorrida pela carga (vertical ou de transporte), da frequência ou da duração da tarefa. Contudo, a redução do R para um valor igual ou inferior a 1, não garante que não exista a probabilidade de ocorrência de lesões no trabalhador.

3.5.5. KIM (*Key Indicator Method*)

O KIM ou método dos indicadores chave foi publicado pela primeira vez em 2000, tendo sido desenvolvido pelo Instituto Federal para Saúde e Segurança no Trabalho (BAuA) e pelo Comité do Länders para Saúde e Segurança no Trabalho (LASI) com a colaboração de entidades patronais e associações de trabalhadores (Steinberg, 2012). Este método tem como objetivo avaliar o risco de sobrecarga física nos trabalhadores que executam tarefas de elevar, baixar, segurar, transportar, empurrar e puxar cargas, tendo em consideração critérios biomecânicos, fisiológicos e psicofísicos. Durante a campanha “Alivie a Carga!” promovida pelo *Senior Labour Inspectors Committee – SLIC*, o método KIM foi divulgado a nível europeu, traduzido em várias línguas e disponibilizado *online*, para ser utilizado pelas entidades patronais,

trabalhadores e seus representantes, técnicos de segurança, médicos ou inspetores (EU-OSHA, 2007).

No KIM a descrição da tarefa e a avaliação do risco são realizadas através de um guião para cada conjunto de tarefas:

- 1) Levantar, baixar, segurar e transportar cargas;
- 2) Empurrar e puxar cargas.

Cada um dos conjuntos tem associado diferentes indicadores chave necessários à avaliação (Tabela 3.19). Neste estudo será apresentado apenas o procedimento do KIM para o conjunto de tarefas 1). Este procedimento é constituído por 3 passos:

1. Determinação da pontuação do tempo
2. Determinação da pontuação dos restantes indicadores chave
3. Avaliação

Tabela 3.19 – Indicadores chave necessários à avaliação de cada conjunto de tarefas

Conjunto de tarefas	Indicadores chave
1) Levantar, baixar, segurar e transportar cargas	<ul style="list-style-type: none">• Tempo• Carga• Postura e posição da carga• Condições de trabalho
2) Empurrar e puxar cargas	<ul style="list-style-type: none">• Tempo• Peso da carga movimentada• Veículo ou ajuda utilizada• Precisão do posicionamento da carga• Velocidade de movimento• Postura corporal• Condições de trabalho

Para se determinar as pontuações é preciso recolher informação dos parâmetros avaliados (a maioria obtida por observação) e compará-la com o que está descrito na tabela respetiva a cada indicador chave. Na Tabela 3.20 encontra-se exemplificado a tabela para determinar a pontuação do tempo para o conjunto de tarefas 1).

É de notar que a avaliação é relativa a um dia de trabalho (8h) e no caso da tarefa de MMC em avaliação for constituída por várias sub-tarefas (por exemplo: elevar, transportar e baixar), estas devem ser avaliadas em separado (Steinberg, 2012). Para além disso, deve ser calculado um valor médio caso se confirmem diferentes pesos de carga e/ou posições durante a mesma (sub-tarefa).

A avaliação é feita para cada tarefa através da seguinte expressão:

Pontuação total do risco =

(Pontuação da carga + Pontuação da postura e posição da carga +


Pontuação das condições de trabalho) × Pontuação do tempo (3.22)

Tabela 3.20 – Tabela para determinação da pontuação do tempo para tarefas de levantar, baixar, segurar e transportar (Adaptado de Steinberg, 2012)

Levantar, baixar ou deslocar (< 5 s)		Segurar (> 5 s)		Transportar (> 5 m)	
Número de movimentações por dia de trabalho	Pontuação do tempo	Duração total no dia de trabalho	Pontuação do tempo	Distância total no local de trabalho	Pontuação do tempo
< 10	1	< 5 min	1	< 300 m	1
10 a < 40	2	5 a 15 min	2	300 m a < 1 km	2
40 a < 200	4	15 min a < 1 h	4	1 a < 4 km	4
200 a < 500	6	1 a < 2 h	6	4 a < 8 km	6
500 a < 1000	8	2 a < 4 h	8	8 a < 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 4 h	10	≥ 16 km	10

Uma vez calculada a pontuação total do risco da tarefa, o método permite situá-la num dos 4 níveis de risco descritos na Tabela 3.21. Deve assumir-se que à medida que a pontuação aumenta, aumenta o risco de sobrecarga no sistema músculo-esquelético (Steinberg, 2012).

Tabela 3.21 – Determinação do nível de risco da tarefa (Adaptado de (Steinberg, 2012))

Nível de risco		Pontuação total do risco	Descrição
1		< 10	Situação de carga física baixa: improvável o aparecimento de sobrecarga física.
2		10 a < 25	Situação de aumento de carga física: provável sobrecarga física para pessoas com menor força física ¹ . Para esse grupo de pessoas, é útil uma reconcepção do local de trabalho.
3		25 a < 50	Situação de elevado aumento de carga física: a sobrecarga física também é provável em pessoas com força física “normal”. É recomendado a reconcepção do local de trabalho.
4		≥ 50	Situação de carga física elevada: provável o aparecimento de sobrecarga física. É necessária a reconcepção do local de trabalho.

¹ Pessoas com menor força física no método KIM, são pessoas com idade superior a 40 anos ou inferior a 21 anos, trabalhadores recém-admitidos no trabalho, ou pessoas que sofrem de LMERT.

O nível de risco obtido deve ser considerado apenas como orientação das condições de trabalho, no entanto é possível saber a partir deste, se existe necessidade de reconcepção do local de trabalho. Esta reconcepção deve ter em conta a pontuação dos indicadores chave que mais contribuem (mais elevada) para o nível de risco determinado. A redução da pontuação dos indicadores chave pode ser feita através de por exemplo: redução da frequência, no caso da pontuação do tempo; redução do peso da carga ou uso de ajudas para a movimentação da carga (por exemplo: carrinho de transporte), no caso da pontuação da carga; melhorar as condições ergonómicas do local de trabalho ou formar o trabalhador em MMC, nos casos da pontuação da postura e da posição da carga e da pontuação das condições de trabalho.

De acordo com alguns autores (Klussmann et al. 2010; Steinberg, 2012), o método KIM apresenta as seguintes vantagens:

- Fácil e rápida aplicação;
- Avalia vários tipos de tarefas de MMC;
- Adaptado a pequenas e médias empresas;
- Previne erros de avaliação;
- Estima e descreve o risco;
- Identifica *deficits* ergonómicos na tarefa avaliada.

3.5.6. MAC (*Manual Handling Assessment Charts*)

A metodologia MAC (*Manual handling Assessment Charts*) foi desenvolvida pelo *Health & Safety Executive* (HSE) e o *Health & Safety Laboratory* (HSL) para avaliação dos riscos de tarefas de elevar/baixar, de transportar e de movimentação (elevar/baixar) em equipa (2-4 trabalhadores) (HSE, 2014b). O MAC é rápido e fácil de utilizar, não requer formação ergonómica específica e tem sido utilizado por entidades patronais, técnicos de SST ou médicos. No entanto, não avalia tarefas de empurrar e puxar cargas nem avalia o risco de LMERT nos membros superiores.

O MAC tem como principal objetivo identificar e reduzir o nível global de risco da tarefa de MMC avaliada, assentando nos seguintes conceitos (EU-OSHA, 2014c):

- Identifica fatores de risco para três tipos de tarefas de MMC (Tabela 3.22): elevar/baixar, transportar e movimentar (elevar ou baixar) em equipa. Para além disso, também pode ser utilizado na identificação das tarefas de MMC que precisam de ser melhoradas a nível ergonómico. A avaliação é feita para tarefas com duração de um dia trabalho (8h/turno).

Tabela 3.22 – Identificação dos fatores de risco para cada tipo de tarefa

Fatores de risco	Tipo de tarefa		
	Elevar/baixar	Transportar	Movimentação em equipa
Frequência e peso da carga	✓	✓	✓
Distância horizontal entre as mãos e a região lombar	✓	✓	✓
Região de elevação vertical	✓	-	✓
Assimetria da carga/tronco	-	✓	-
Torção e inclinação lateral do tronco	✓	-	✓
Constrangimentos à postura	✓	✓	✓
Qualidade da pega da carga	✓	✓	✓
Superfície do pavimento	✓	✓	✓
Outros fatores ambientais (temperatura, iluminação e velocidade do ar)	✓	✓	✓
Distância de transporte	-	✓	-
Obstáculos no percurso	-	✓	-
Comunicação, coordenação e controlo em equipa	-	-	✓

- Utiliza um guia de avaliação para cada tipo de tarefa e uma folha de pontuação comum. Os fatores de risco são considerados e avaliados utilizando o fluxograma de cada guia de avaliação (o fluxograma para tarefas de elevar ou baixar está exemplificado na Figura 3.31).

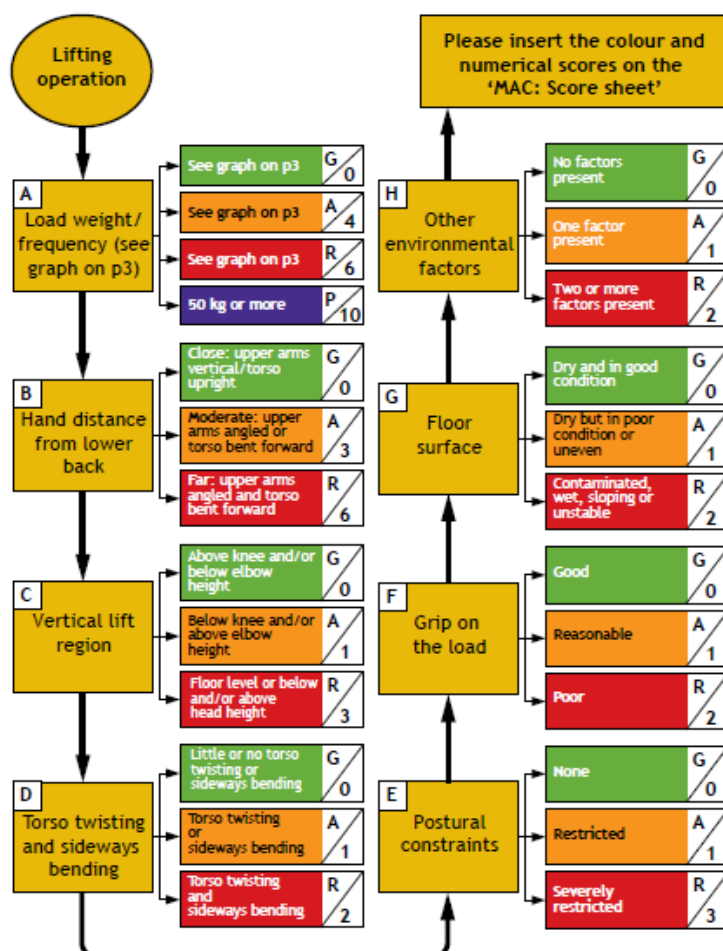


Figura 3.31 – Exemplo do fluxograma utilizado para tarefas de elevar ou baixar (HSE, 2014b)

Para cada fator de risco é atribuída uma cor que identifica o nível de risco do mesmo (Tabela 3.23). Cada cor tem associada uma pontuação que pode variar entre fatores. A pontuação por sua vez é colocada na folha de pontuação através da qual se obtém uma pontuação total, correspondente à tarefa avaliada (Figura 3.32);

Tabela 3.23 – Cores e níveis de risco correspondentes (Adaptado de HSE, 2014b)

V = Verde – Nível baixo de risco
Embora o risco seja baixo, deve-se considerar sempre que necessário a vulnerabilidade dos grupos de risco especiais (por exemplo: grávidas, jovens trabalhadores, etc.).
A = Âmbar – Nível médio de risco
Analisar a tarefa com maior atenção.
Vr = Vermelho – Nível elevado de risco
É necessário agir de imediato. Este nível de risco pode expor a riscos de lesão, uma percentagem significativa da população trabalhadora.
P = Púrpura – Nível muito elevado de risco
Esta tarefa pode representar um risco grave de lesão e deve ser analisada com muita atenção, particularmente quando o peso total da carga é suportado por uma pessoa.

Insert the colour band and numerical score for each of the risk factors in the boxes below, referring to your assessment, using the tool.						
Risk factors	Colour band (G, A, R or P)			Numerical score		
	Lift	Carry	Team	Lift	Carry	Team
Load weight and lift/carry frequency						
Hand distance from the lower back						
Vertical lift region						
Torso twisting/sideways bending						
Asymmetrical torso/load (carrying)						
Postural constraints						
Grip on the load						
Floor surface						
Other environmental factors						
Carry distance						
Obstacles en route (carrying only)						
Communication and co-ordination (team handling only)						
	Total score:					

Figura 3.32 - Folha de pontuação utilizada no MAC (HSE, 2014b)

- No caso de se querer comparar duas ou mais tarefas de MMC, a pontuação total pode ser utilizada para dar prioridade às tarefas que requerem maior atenção. A tarefa com a pontuação mais elevada tem maior risco associado, devendo, no caso de necessidade, ser a primeira a ser submetida a intervenção ergonómica. A pontuação total também pode ser utilizada para quantificar os benefícios da intervenção ergonómica;

- Os fatores de risco incluídos no MAC não incluem todos os fatores de risco presentes na Diretiva Europeia 90/269/CEE, como por exemplo, fatores de risco individuais do trabalhador ou psicossociais. No entanto, e caso existam esses fatores de risco, deve utilizar-se a folha de pontuação para os registar.

O procedimento para aplicação do MAC assenta nos 5 passos seguintes (HSE, 2014b):

1. Observar a tarefa a ser avaliada. Caso seja necessário, deve consultar-se a entidade patronal e representantes de segurança e, ou, utilizar uma câmara de vídeo para ajudar a análise e o processo de avaliação da tarefa;
2. Selecionar o guia de avaliação adequado ao tipo de tarefas de MMC a avaliar. Se a tarefa analisada for constituída por diferentes sub-tarefas, como por exemplo elevar e transportar uma carga, deve considerar-se a avaliação das diferentes sub-tarefas em separado;
3. Seguir o guia de avaliação e o respectivo fluxograma para determinar o nível de risco de cada fator de risco. Deve ser considerando sempre o pior cenário observado para cada fator de risco;
4. Inserir na folha de pontuação a cor e a pontuação correspondente a cada fator de risco.
5. Calcular a pontuação total e observar que fatores de risco requerem atenção mais urgente. Caso existam outros fatores de risco (por exemplo: fatores de risco individuais ou fatores de risco psicossociais) inserir na folha de pontuação.

4. Apresentação e discussão dos resultados

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados da aplicação das metodologias selecionadas para a avaliação do risco das duas tarefas de MMC:

- T1 - Movimentação manual da bobina de madeira para a paleta;
- T2 - Movimentação manual do rolo para a mesa nº1 e da caixa para a paleta.

4.1. NIOSH'91

Antes de se aplicar a NIOSH'91 as duas tarefas tiveram que ser submetidas ao procedimento de análise indicado no método.

1) Condições de aplicabilidade e limitações da NIOSH'91

Na primeira fase do procedimento, as duas tarefas foram analisadas para ver se cumpriam todas as condições de aplicabilidade e limitações da NIOSH'91 (Waters et al., 1994). Dessa análise, verificou-se que apenas as sub-tarefas do tipo elevar/baixar da T1 (Tabela 4.1) e da T2 (Tabela 4.2) cumpriam as condições.

Tabela 4.1 – Sub-tarefas da T1 analisadas – NIOSH'91

Métodos de trabalho na T1	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas
I. Movimentação da bobina para a paleta de modo direto	2, 5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar
		2) Transporte direto	Transportar
		3) Paletizar: direto	Elevar/baixar
II. Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto	1, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar
		2) Transporte indireto	Transportar
		3) Transporte indireto – Mesa nº2	Elevar/baixar
		4) Paletizar: indireto	Elevar/baixar

2) Tipo de avaliação da tarefa

Na segunda fase, as duas tarefas foram analisadas para saber se a avaliação é realizada como tarefa simples ou como multitarefa. De acordo com Waters et al. (1994) as tarefas de MMC em estudo devem ser avaliadas como multitarefa uma vez que pertencem a trabalhos de paletização com vários níveis de carga e, por essa razão, têm diferenças significativas entre as variáveis das tarefas, neste caso as tarefas são denominadas como sub-tarefas.

Tabela 4.2 – Sub-tarefas da T2 analisadas – NIOSH'91

Métodos de trabalho na T2	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas
I. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12	1, 2, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar
		2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	Elevar/baixar
		3) Transporte	Transportar
		4) Paletizar: MEF 12	Elevar/baixar
II. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14	5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar
		2) Paletizar: MEF 14	Elevar/baixar

Deste modo, as sub-tarefas que correspondem à colocação das cargas na paleta - paletizar (Tabela 4.3) foram analisadas e avaliadas em mais pormenor dado que os valores de algumas variáveis (por exemplo: distância vertical, deslocamento vertical) se alteram significativamente. A alteração destes valores resultou dos trabalhadores utilizarem diferentes números de paletes empilhadas ao longo do processo de embalamento e esses números serem diferentes entre trabalhadores.

Tabela 4.3 – Sub-tarefas de colocação das cargas na paleta - paletizar

Tarefas de MMC	Métodos de trabalho	Sub-tarefas
T1	I. Movimentação da bobina para a paleta de modo direto	3) Paletizar: direto
	II. Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto	4) Paletizar: indireto
T2	I. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12	4) Paletizar: MEF 12
	II. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14	2) Paletizar: MEF 14

Assim, cada uma das sub-tarefas da Tabela 4.3 foi dividida para cada trabalhador, em função dos números de paletes empilhadas utilizadas (Tabela 3.5 e Tabela 3.6) e dos dois níveis de carga na paleta. Desta forma, foi possível avaliar o risco para um dado número de paletes empilhadas e nível de carga que o trabalhador utiliza, conforme indica o método.

Para facilitar a identificação dos números de paletes e o nível da carga na paleta foi definida a nomenclatura representada na Figura 4.1. Realizada a divisão da T1 e da T2 em sub-tarefas do tipo elevar/baixar, foi necessário analisar e avaliar as sub-tarefas em separado para se determinar o CLI (*Composite Lifting Index*).

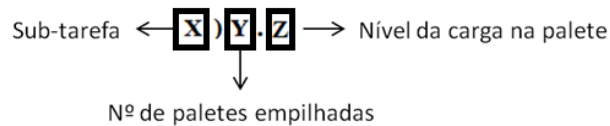


Figura 4.1 – Nomenclatura utilizada na divisão das duas sub-tarefas

3) Controlo da carga

Na terceira fase, as sub-tarefas foram analisadas para saber se existia controlo da carga, denominado pela metodologia como controlo significativo. Através da descrição/observação das sub-tarefas verificou-se que não existe nenhum dos exemplos de condições de controlo descritos no método (secção 3.5.1).

Realizadas as análises, de seguida as duas tarefas foram submetidas a avaliação de risco e a discussão dos resultados.

4.1.1. Aplicação da NIOSH'91 na T1

a) Avaliação do risco e discussão de resultados

Antes da determinação dos valores das variáveis que constituem a NIOSH'91 teve que se ter em conta as seguintes considerações para as mesmas:

Distância horizontal (H) – foi considerada a média das distâncias horizontais à mão esquerda e direita, uma vez que existe assimetria das mãos ao pegar a bobina (Figura 4.2). No entanto, observou-se que existem duas técnicas de pegar as bobinas que influenciam o valor de H. As técnicas de pegar podem ser distinguidas pela disposição da bobina no plano sagital: (a) na horizontal e (b) na vertical (Figura 4.2). A dimensão da bobina no plano sagital em (a) é igual a 30 cm (altura da bobina) e em (b) igual a 40 cm (diâmetro da bobina).

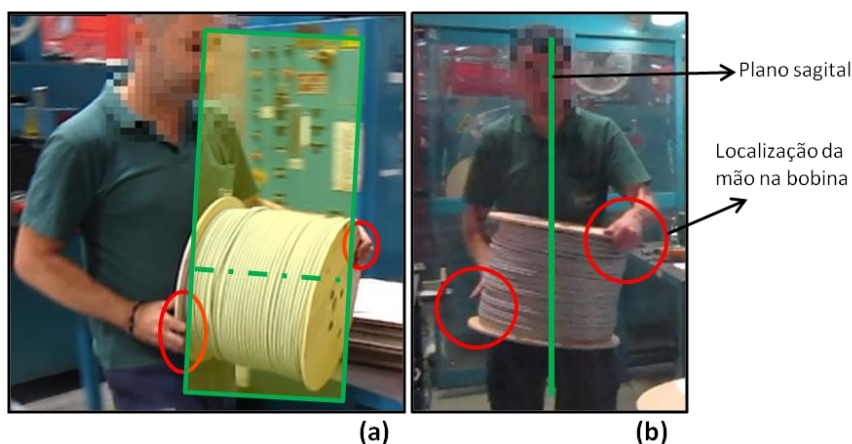


Figura 4.2 – Localização das mãos na bobina e ilustração das técnicas de pegar a bobina em função da disposição da carga no plano sagital: (a) na horizontal e (b) na vertical

Na Tabela 4.4 estão identificadas as sub-tarefas onde são utilizadas as duas técnicas de pegar a bobina.

Tabela 4.4 – Identificação das sub-tarefas onde são utilizadas as duas técnicas de pegar a bobina

Métodos de trabalho na T1	Nº do trabalhador avaliado	Técnicas de pegar a bobina	
		Bobina na horizontal (a)	Bobina na vertical (b)
I ¹ .	2, 5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Mesa nº1; 3) Paletizar: direto	-
II ² .	1, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Transporte; 3) Transporte indireto – Mesa nº2	4) Paletizar: indireto

1-Movimentação da bobina para a paleta de modo direto. 2-Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto.

Distância vertical (V) – foi calculada a média das distâncias verticais às mãos, uma vez que existiu assimetria das mãos durante a movimentação da bobina.

Deslocamento vertical (D) – para o cálculo do deslocamento vertical ($D = [V1 - V2]$) foi considerada a média das distâncias à mão esquerda e direita na origem do movimento ($V1 = V$) e no destino do movimento ($V2$). Na Figura 4.3 está exemplificado como se determinou o valor do V1 e do V2 para a sub-tarefa 4) Paletizar: indireto - do método de trabalho II.

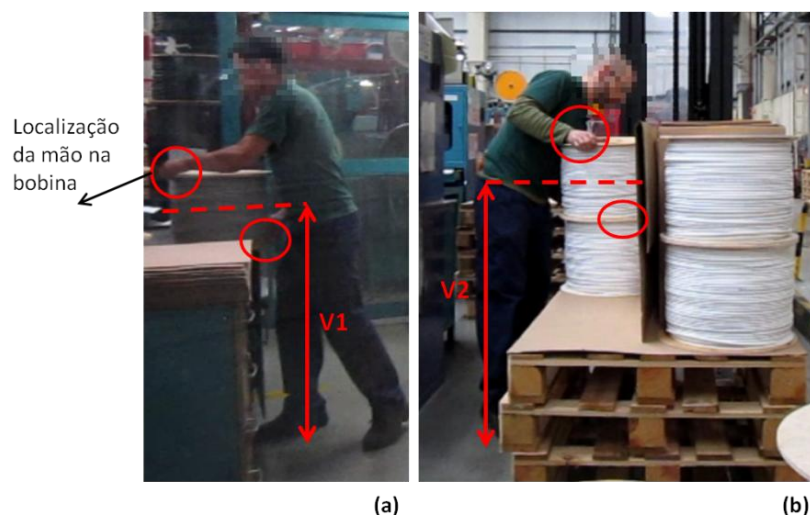


Figura 4.3 – Exemplo da determinação do (a) V1 e (b) V2 para a sub-tarefa 4) Paletizar: indireto, do método de trabalho II – T1

Assimetria (A) – devido aos trabalhadores terem movimentado a bobina no plano sagital em todas as sub-tarefas, não se registou assimetria do tronco (0°).

Qualidade da pega da carga (P) – a bobina não dispõe de pegas e apresenta arestas vivas na parte de madeira, razões pelas quais existem trabalhadores que recorrem à utilização de luvas para facilitar a sua movimentação (Figura 4.4).

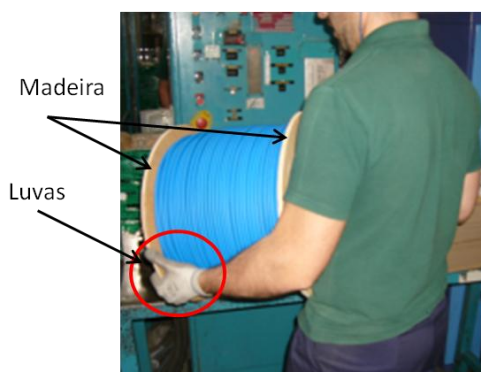


Figura 4.4 – Utilização de luvas para movimentar a bobina

Frequência (F) – as frequências das sub-tarefas (vezes/min.), listadas na Tabela 4.5, foram determinadas a partir da produção diária *standard*: 101 bobinas/turno.

Tabela 4.5 – Frequência das sub-tarefas da T1 – NIOSH'91

Método de trabalho da T1	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Frequência (vezes/min.)
I ¹ .	2, 5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Transporte	0,21
		3) Paletizar: direto*	Os valores estão disponíveis na Tabela 4.6
II ² .	1, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Transporte	0,21
		3) Transporte indireto – Mesa nº2	0,21
		4) Paletizar: indireto*	Os valores estão disponíveis na Tabela 4.6

1-Movimentação da bobina para a paleta de modo direto. 2-Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto.

Os valores das frequências das sub-tarefas de paletizar identificadas por “*” na Tabela 4.5, para cada um dos trabalhadores, estão listados na Tabela 4.6 e foram obtidos através da seguinte expressão:

$$\text{Frequência} = \frac{0,21}{((x - y) + 1) \times 2 \text{ níveis de bobinas na paleta}} \text{ (vezes/min.)} \quad (4.1)$$

Onde:

X – número máximo de paletes empilhadas utilizado por cada trabalhador (Tabela 3.5)

Y – número mínimo de paletes empilhadas utilizado por cada trabalhador (Tabela 3.5)

Tabela 4.6 – Frequências (vezes/min.) das sub-tarefas de paletizar da T1 – NIOSH'91

Métodos de trabalho da T1	Sub-tarefas	Nº do trabalhador avaliado							
		1	2	3	4	5	6	7	8
I ¹ .	3) Paletizar: direto	-	0,018	-	-	0,021	0,021	0,035	0,026
II ² .	4) Paletizar: indireto	0,026	-	0,021	0,018	-	-	-	-

1-Movimentação da bobina para a paleta de modo direto. 2-Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto.

a1) Cálculo dos multiplicadores da NIOSH'91 para cada sub-tarefa e discussão de resultados

Para o trabalhador Nº1 foram avaliadas 10 sub-tarefas no total (Tabela 4.7) que incluem a divisão da sub-tarefa 4) Paletizar: indireto. De seguida, a título de exemplo, são apresentados de forma detalhada os valores das variáveis e os cálculos dos multiplicadores da expressão para a sub-tarefa: 1) Retirar da máquina – Transporte.

Tabela 4.7 – Conjunto de sub-tarefas da T1 avaliadas para o trabalhador Nº1 – NIOSH'91

Sub-tarefas da T1	
- Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto	
1)	Retirar da máquina – Transporte
3)	Transporte indireto – Mesa nº2
4) 1.1	Paletizar: indireto - 1 paleta – 1º Nível
4) 1.2	Paletizar: indireto - 1 paleta – 2º Nível
4) 2.1	Paletizar: indireto - 2 paletes – 1º Nível
4) 2.2	Paletizar: indireto - 2 paletes – 2º Nível
4) 3.1	Paletizar: indireto - 3 paletes – 1º Nível
4) 3.2	Paletizar: indireto - 3 paletes – 2º Nível
4) 4.1	Paletizar: indireto - 4 paletes – 1º Nível
4) 4.2	Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível

Sub-tarefa: 1) Retirar da máquina – Transporte

Os valores das variáveis são:

- PC = 24,25 kg
- H = 30 cm (Técnica (a) Figura 4.2)
- V = V1 = altura do eixo de rotação = 108 cm
- D = [V1-V2] = [108-101] = 7 cm
- A = 0°
- P = Má
- F = 0,21 vezes/min; DT = 8 horas;
V > 75cm

Substituindo os valores temos:

- $MH = 25/H = 25/30 = 0,833$
- $MV = (1 - 0,003 \times |V - 75|) = (1 - 0,003 \times |108 - 75|) = 0,901$
- $MD = (0,82 + 4,5/|V1 - V2|) = 1,00 (0,82 + 4,5/|108 - 101|) = 1,00$

- $MA = 1 - (0,0032 \times A) = 1 - (0,0032 \times 0) = 1,00$
- $MP = 0,90$ (Consultando a Tabela 3.13)
- $MF = 0,85$ (Consultando a Tabela 3.14)

De maneira análoga foram calculados os valores dos multiplicadores para as restantes sub-tarefas executadas pelo trabalhador N°1 e para as sub-tarefas executadas pelos restantes trabalhadores. Os valores das variáveis e dos multiplicadores para o conjunto dos oito trabalhadores estão disponíveis nas Tabelas B.1-B.8 do Anexo B.

Da análise destas tabelas tirou-se algumas considerações relativamente aos multiplicadores MH, MV, MD, MA, MPC e MF. Relativamente ao MH verificou-se o seguinte:

- O MH foi o multiplicador mais penalizador em cada sub-tarefa, sendo válido para todos os trabalhadores;
- O valor do MH foi diferente entre os trabalhadores, em resultado de terem diferentes Hs. Para além disto, houve trabalhadores, nomeadamente o N°1, 3 e 4, onde a diferença do valor se registou entre as sub-tarefas executadas por cada um, devido a terem alterado a técnica de pegar a bobina;
- Os trabalhadores N°3 e 5 apresentaram o valor mais penalizador (0,694), embora o N°3 apenas tenha registado este valor no conjunto de sub-tarefas 4) Paletizar: indireto.

No que concerne ao MV observou-se uma diferença de valores entre trabalhadores e entre as sub-tarefas que cada um executava, exceção feita para a sub-tarefa 1) em que todos os trabalhadores retiraram a bobina a uma V igual, correspondente à altura do eixo de rotação da máquina. Comparando os valores do MV entre os trabalhadores, constatou-se que o trabalhador N°8 (Tabela B.8) apresentou o valor mais penalizador, nomeadamente no conjunto das sub-tarefas de 3) Paletizar: direto. Este valor de MV pode estar relacionado com o facto de ser o trabalhador mais alto (1,82 m), e por isso, poderá ter necessidade de elevar mais a carga para a movimentar.

Quanto ao MD constatou-se uma variação do valor entre trabalhadores, em particular nos conjuntos de sub-tarefas de paletizar devido a estes utilizarem diferentes números mínimos e máximos de paletes empilhadas. O valor mais penalizador registou-se quando os trabalhadores utilizavam o número mínimo de paletes empilhadas e o 1º nível de bobinas na palete, situação que exigiu maior flexão da coluna vertebral para colocar as bobinas na palete. Para este caso, o trabalhador N°6 registou o MD mais baixo.

Para o MA registou-se um valor igual a 1 em todas as sub-tarefas e trabalhadores. Em relação ao MP verificou-se que foi penalizador para todas as sub-tarefas, tendo assumido um valor igual a 0,9. Quanto ao MF verificou-se uma penalização igual (0,85) para todas as sub-tarefas.

a2) Determinação do CLI da T1 e discussão de resultados

Para calcular o CLI da T1 é preciso primeiro determinar os seguintes parâmetros:

$$FIRWL_j = CC \times MH \times MV \times MD \times MA \times MP \quad (MF = 1)$$

$$STRWL_j = FIRWL_j \times MF_j$$

$$FILI_j = P_{\text{máximo}C_j} / FIRWL_j$$

$$STLI = P_{\text{médio}C_j} / STRWL_j$$

Onde: j é o índice da sub-tarefa.

A título de exemplo foi calculado o FIRWL, o STRWL, o FILI e o STLI para a sub-tarefa 1)

Retirar da máquina – Transporte, realizada pelo trabalhador N°1:

$$FIRWL_1 = CC \times MH \times MV \times MD \times MA \times MP = 23,00 \times 0,833 \times 0,901 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,90 = 15,54 \text{ kg}$$

$$STRWL_1 = CC \times MH \times MV \times MD \times MA \times MP \times MF = 23,00 \times 0,833 \times 0,901 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,90 \times 0,85 = 13,21 \text{ kg}$$

$$FILI_1 = \frac{PC}{PLRIF_1} = \frac{24,25}{15,54} = 1,56$$

$$STLI_1 = \frac{PC}{PLRTS_1} = \frac{24,25}{13,21} = 1,84$$

De maneira análoga foram calculados o FIRWL, o STRWL, o FILI e o STLI para as restantes sub-tarefas executadas pelo trabalhador N°1. Os valores destes parâmetros encontram-se disponíveis na Tabela 4.8. De seguida, e de acordo com o procedimento descrito para a avaliação multitarefa, ordenou-se as sub-tarefas por ordem decrescente do valor do STLI, de modo a ser possível calcular o CLI da T1 de acordo com as referidas equações. O valor do CLI para o trabalhador N°1 está apresentado na Tabela 4.8 e o cálculo está demonstrado de seguida:

$$CLI = STLI_3 + \sum \Delta LI$$

Substituindo os valores temos:

$$CLI = 2,25 + \sum \Delta LI = 2,37$$

Onde:

$$\begin{aligned} \sum \Delta IE = & 1,87 \times \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{0,85} \right) + 1,81 \times \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{0,85} \right) + 1,79 \times \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{0,85} \right) + 1,69 \\ & \times \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{0,85} \right) + 1,69 \times \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{0,85} \right) + 1,69 \times \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{0,85} \right) + 1,69 \\ & \times \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{0,85} \right) + 1,56 \times \left(\frac{1}{0,82} - \frac{1}{0,85} \right) + 1,52 \times \left(\frac{1}{0,79} - \frac{1}{0,82} \right) \cong 0,12 \end{aligned}$$

De forma semelhante foram calculados para os restantes trabalhadores o FIRWL, o STRWL, o FILI e o STLI de cada sub-tarefa e o CLI da T1. Os valores destes parâmetros para cada um dos oito trabalhadores encontram-se disponíveis nas Tabelas B.9-B.16 do Anexo B.

Tabela 4.8 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador Nº1

Índice (j) das sub- tarefas	Sub-tarefas (Método de trabalho II*)	FIRWL _j	F _j	MF _j	STRWL _j	PC	FILI _j	STLI _j	Ordem
1	1) Retirar da máquina – Transporte	15,54	0,210	0,85	13,21	24,25	1,56	1,84	9°
2	3) Transporte indireto – Mesa nº2	15,90	0,210	0,85	13,52	24,25	1,52	1,79	10°
3	4)1.1 Paletizar: indireto - 1 paleta – 1º Nível	12,71	0,026	0,85	10,80	24,25	1,91	2,25	1°
4	4)1.2 Paletizar: indireto - 1 paleta – 2º Nível	13,52	0,026	0,85	11,49	24,25	1,79	2,11	4°
5	4)2.1 Paletizar: indireto - 2 paletes – 1º Nível	12,97	0,026	0,85	11,02	24,25	1,87	2,20	2°
6	4)2.2 Paletizar: indireto - 2 paletes – 2º Nível	14,31	0,026	0,85	12,16	24,25	1,69	1,99	5°
7	4)3.1 Paletizar: indireto - 3 paletes – 1º Nível	13,43	0,026	0,85	11,41	24,25	1,81	2,12	3°
8	4)3.2 Paletizar: indireto - 3 paletes – 2º Nível	14,31	0,026	0,85	12,16	24,25	1,69	1,99	6°
9	4)4.1 Paletizar: indireto - 4 paletes – 1º Nível	14,31	0,026	0,85	12,16	24,25	1,69	1,99	7°
10	4)4.2 Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	14,31	0,026	0,85	12,16	24,25	1,69	1,99	8°
CLI = 2,37									

*Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto

Na Tabela 4.9 e na Tabela 4.10 estão listados os valores dos STLIs e do CLI da T1, respetivamente para os trabalhadores com o método de trabalho I e método de trabalho II.

Tabela 4.9 – Valores dos STLIs e do CLI da T1 – método de trabalho I (por trabalhador)

Sub-tarefas da T1- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto		STLI				
		Nº2	Nº5	Nº6	Nº7	Nº8
1)	Retirar da máquina – Transporte	1,90	2,20	1,96	2,02	1,97
3) 1.1	Paletizar: direto - 1 paleta – 1º Nível	2,15	2,48	2,24	-	-
3) 1.2	Paletizar: direto - 1 paleta – 2º Nível	2,07	2,38	2,16	-	-
3) 2.1	Paletizar: direto - 2 paletes – 1º Nível	2,12	2,44	2,21	2,25	2,25
3) 2.2	Paletizar: direto - 2 paletes – 2º Nível	1,99	2,27	2,08	2,10	2,14
3) 3.1	Paletizar: direto - 3 paletes – 1º Nível	2,08	2,39	2,17	2,20	2,21
3) 3.2	Paletizar: direto - 3 paletes – 2º Nível	1,89	2,18	1,96	2,01	2,01
3) 4.1	Paletizar: direto - 4 paletes – 1º Nível	2,00	2,29	2,09	2,11	2,15
3) 4.2	Paletizar: direto - 4 paletes – 2º Nível	1,89	2,18	1,96	2,01	1,99
3) 5.1	Paletizar: direto - 5 paletes – 1º Nível	1,89	2,18	1,96	-	2,03
3) 5.2	Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	1,89	2,18	1,96	-	1,99
3) 6.1	Paletizar: direto - 6 paletes – 1º Nível	1,89	-	-	-	-
3) 6.2	Paletizar: direto - 6 paletes – 2º Nível	1,89	-	-	-	-
CLI		2,22	2,56	2,31	2,32	2,32

Tabela 4.10 – Valores dos STLI e do CLI da T1 – método de trabalho II (por trabalhador)

Sub-tarefas da T1 - Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto		STLI		
		Nº1	Nº3	Nº4
1)	Retirar da máquina – Transporte	1,84	1,90	1,90
3)	Transporte indireto – Mesa nº2	1,79	1,84	1,93
4) 1.1	Paletizar: indireto - 1 paleta – 1º Nível	2,25	2,38	2,31
4) 1.2	Paletizar: indireto - 1 paleta – 2º Nível	2,11	2,23	2,17
4) 2.1	Paletizar: indireto - 2 paletes – 1º Nível	2,20	2,33	2,26
4) 2.2	Paletizar: indireto - 2 paletes – 2º Nível	1,99	2,11	2,05
4) 3.1	Paletizar: indireto - 3 paletes – 1º Nível	2,12	2,25	2,19
4) 3.2	Paletizar: indireto - 3 paletes – 2º Nível	1,99	2,11	2,05
4) 4.1	Paletizar: indireto - 4 paletes – 1º Nível	1,99	2,11	2,05
4) 4.2	Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	1,99	2,11	2,05
4) 5.1	Paletizar: indireto - 5 paletes – 1º Nível	-	2,11	2,05
4) 5.2	Paletizar: indireto - 5 paletes – 2º Nível	-	2,11	2,05
4) 6.1	Paletizar: indireto - 6 paletes – 1º Nível	-	-	2,05
4) 6.2	Paletizar: indireto - 6 paletes – 2º Nível	-	-	2,16
CLI		2,37	2,51	2,45

Da análise destas duas tabelas verifica-se que as sub-tarefas apresentam STLIs superiores a 1, tendo as sub-tarefas de paletizar correspondentes ao número mínimo de paletes empilhadas e ao 1º nível de bobinas na paleta apresentado os STLIs mais elevados.

Na Figura 4.5 apresenta-se um gráfico onde se representa o CLI da T1 calculado para cada trabalhador. Desta figura observa-se que os valores do CLI são superiores a 1 (limite de risco aceitável) e situam-se entre 2,22 e 2,56, tendo o trabalhador Nº5 registado o valor mais elevado.

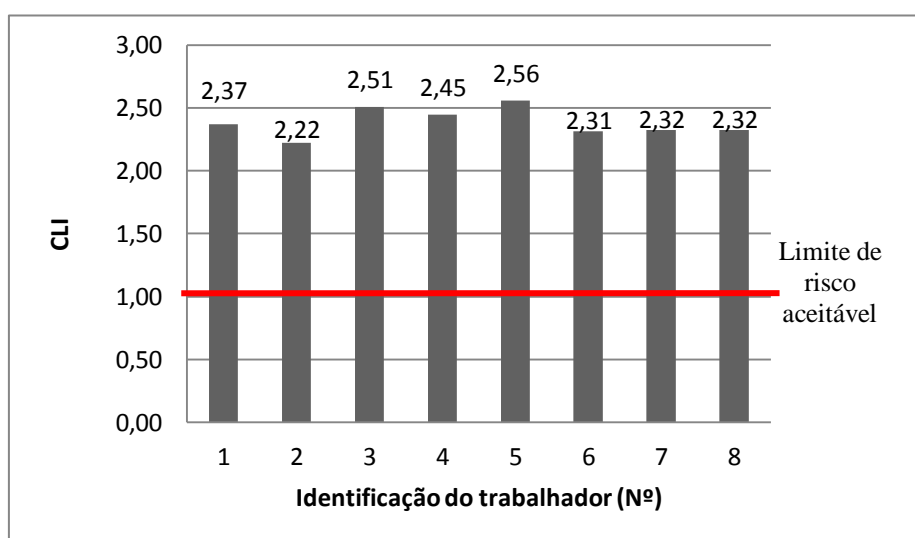


Figura 4.5 – Representação gráfica do CLI da T1 calculado para cada trabalhador

De acordo com Waters et al., (1994), estes valores de CLI inserem-se na zona de risco “moderado/acrescido”, compreendida entre 1 e 3, o que significa que “alguns” trabalhadores que desempenham a T1 estão em risco de desenvolvimento de lombalgias. Deste modo é necessário que a T1 seja submetida a uma intervenção ergonómica para eliminar ou reduzir esse risco, através de medidas de controlo de engenharia e/ou organizacionais. A intervenção ergonómica deve incidir em primeiro lugar nas sub-tarefas que registaram os STLIs mais elevados.

4.1.2. Aplicação da NIOSH’91 na T2

a) Avaliação de risco e discussão de resultados

Antes da determinação dos valores das variáveis que constituem a NIOSH’91 teve que se ter em conta as seguintes considerações para as mesmas:

Distância horizontal (H) – foi considerada a média das distâncias horizontais à mão esquerda e direita, uma vez que existiu assimetria das mãos ao pegar o rolo e a caixa. No entanto, uma vez que o rolo e a caixa apresentam dimensões idênticas no plano sagital do trabalhador (20 cm de comprimento e 38 cm de altura) e os trabalhadores movimentam-nas de forma semelhante, com as mãos por baixo e junto aos cantos das cargas, considerou-se a mesma distância horizontal para o conjunto de sub-tarefas realizadas pelo mesmo trabalhador (Figura 4.6).

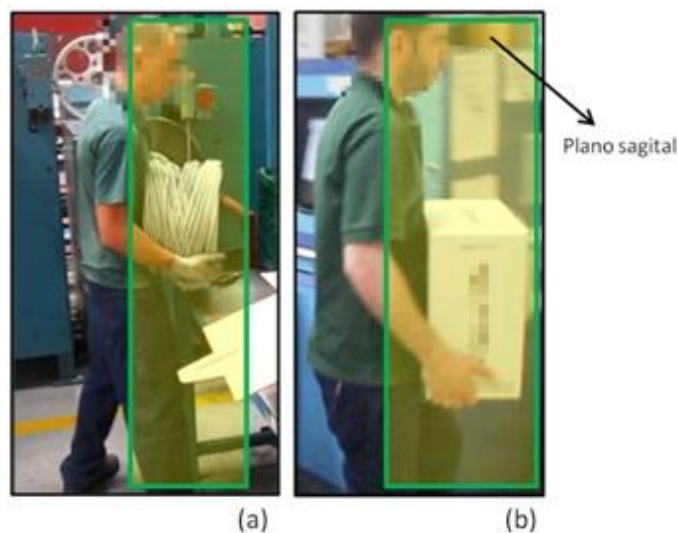


Figura 4.6 - Movimentação do (a) rolo e da (b) caixa com as mãos por baixo da carga (plano sagital)

Distância vertical (V) – na determinação do V não se registou assimetria das mãos, uma vez que os trabalhadores pegavam no rolo e na caixa preferencialmente por baixo.

Assimetria (A) – devido aos trabalhadores terem movimentado a bobina no plano sagital em todas as sub-tarefas, não se registou assimetria do tronco (0°).

Qualidade da pega da carga (P) – o rolo e a caixa não dispõem de pegas, sendo as movimentações realizadas com os dedos fletidos por baixo das cargas a aproximadamente 90°.

Frequência (F) – as frequências das sub-tarefas (vezes/min.), listadas na Tabela 4.11, foram determinadas a partir da produção diária *standard*: 234 caixas/turno.

Tabela 4.11 – Frequência das sub-tarefas da T2 – NIOSH'91

Métodos de trabalho da T2	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Frequência (vezes/min.)
I ¹ .	1, 2, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	0,49
		2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	0,49
		4) Paletizar: MEF 12*	Os valores estão disponíveis na Tabela 4.12
II ² .	5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	0,49
		2) Paletizar: MEF 14*	Os valores estão disponíveis na Tabela 4.12

1-Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12. 2- Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14

Os valores das frequências das sub-tarefas de identificadas por “*” na Tabela 4.11, para cada um dos trabalhadores, estão listados na Tabela 4.12 e foram obtidos através da seguinte expressão:

$$\text{Frequência} = \frac{0,49}{((x - y) + 1) \times 2 \text{ níveis de caixas na palete}} \text{ (vezes/min.)} \quad (4.2)$$

Onde:

X – número máximo de paletes empilhadas utilizado por cada trabalhador (Tabela 3.6);

Y – número mínimo de paletes empilhadas utilizado por cada trabalhador (Tabela 3.6).

Tabela 4.12 – Frequências (vezes/min.) das sub-tarefas de paletizar da T2

Métodos de trabalho da T2	Sub-tarefas	Nº do trabalhador avaliado							
		1	2	3	4	5	6	7	8
I ¹ .	4) Paletizar: MEF12	0,061	0,049	0,041	0,041	-	-	-	-
II ² .	2) Paletizar: MEF14	-	-	-	-	0,049	0,049	0,049	0,049

1-Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12. 2- Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14

a1) Cálculo dos multiplicadores da NIOSH'91 para cada sub-tarefa e discussão de resultados

Para o trabalhador N°1 foram avaliadas 10 sub-tarefas no total (Tabela 4.13) que incluem a divisão da sub-tarefa 4) Paletizar: MEF 12.

Tabela 4.13 - Conjunto de sub-tarefas da T2 avaliadas para o trabalhador N°1 – NIOSH'91

Sub-tarefas da T2	
- Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12	
1)	Retirar da máquina – Mesa nº1
2)	Retirar da mesa nº1 – Transporte
4) 1.1	Paletizar: MEF 12 - 1 paleta – 1º Nível
4) 1.2	Paletizar: MEF 12 - 1 paleta – 2º Nível
4) 2.1	Paletizar: MEF 12 - 2 paletes – 1º Nível
4) 2.2	Paletizar: MEF 12 - 2 paletes – 2º Nível
4) 3.1	Paletizar: MEF 12 - 3 paletes – 1º Nível
4) 3.2	Paletizar: MEF 12 - 3 paletes – 2º Nível
4) 4.1	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 1º Nível
4) 4.2	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 2º Nível

De seguida, a título de exemplo, são apresentados de forma detalhada os valores das variáveis e os cálculos dos multiplicadores da expressão para a sub-tarefa **1) Retirar da máquina – Mesa nº1**.

Os valores das variáveis são:

- PC = 9,00 kg
- H = 26 cm
- V = V1 = 100 cm (Figura 4.7 (a))
- D = [V1-V2]* = [100-91] = 9 cm (*Figura 4.7 (b))
- A = 0°
- P = razoável
- F = 0,49 vezes/min; DT = 8 horas; V > 75cm

Substituindo os valores temos:

- $MH = 25/26 = 0,962$
- $MV = (1 - 0,003 \times |100 - 75|) = 0,925$
- $MD = (0,82 + 4,5/|100 - 91|) = 1,00$
- $MA = 1 - (0,0032 \times 0) = 1,00$
- $MP = 1,00$ (Consultando a Tabela 3.13)
- $MF = 0,81$ (Consultando a Tabela 3.14)

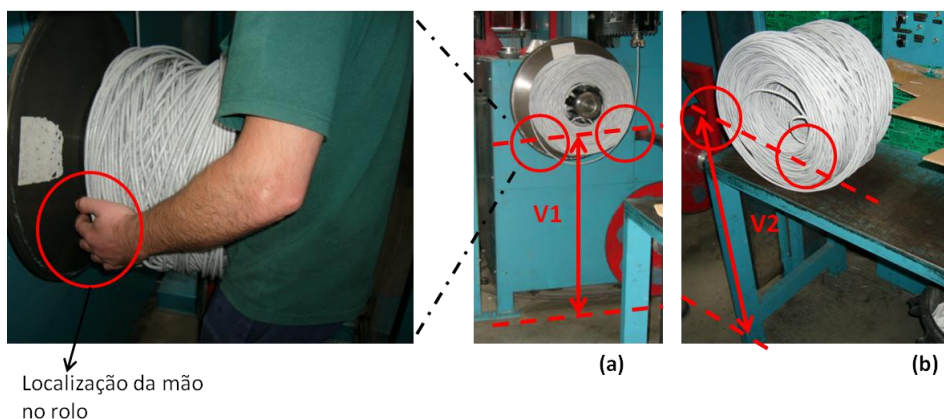


Figura 4.7 – Representação do (a) V1 e (b) V2 para a sub-tarefa 1)

De maneira análoga foram calculados os valores dos multiplicadores para as restantes sub-tarefas executadas pelo trabalhador N° 1 e para as sub-tarefas executadas pelos restantes trabalhadores. Os valores das variáveis e dos multiplicadores para o conjunto dos trabalhadores estão disponíveis nas Tabelas B.17-B.24 do Anexo B.

Da análise destas tabelas tirou-se algumas considerações relativamente aos valores dos multiplicadores MH, MV, MD, MA, MPC e MF. Em relação ao MH verificou-se que o valor varia entre os trabalhadores, tendo o trabalhador N°5 (Tabela B.21) registado o valor mais penalizador. Neste caso o valor pode estar relacionado com características físicas, nomeadamente pelo trabalhador ser o mais pesado (100 kg) e apresentar um IMC elevado ($30,9 \text{ kg/m}^2$), refletindo-se num aumento da distância horizontal (H) em comparação com os restantes trabalhadores.

No que diz respeito ao valor do MV, constatou-se que o valor mais penalizador se regista na 1) Retirar da máquina – Mesa n°1, situação válida para todos trabalhadores.

Para o MD verificou-se uma variação do valor entre trabalhadores, nomeadamente nos conjuntos de sub-tarefas de paletizar devido a utilizarem diferentes números mínimos e máximos de paletes empilhadas. O valor mais penalizador do MD para cada trabalhador correspondeu ao número mínimo de paletes empilhadas e ao 1° nível de caixas na paleta, tendo o trabalhador N°4 (Tabela B.20) apresentado o valor mais baixo.

Em relação ao MA e MP registou-se um valor igual a 1 em todas as sub-tarefas executadas pelos trabalhadores, não tendo assim qualquer penalização nas mesmas. No que se refere ao MF, as sub-tarefas 1) e 2) do método de trabalho I e a sub-tarefa 1) do método de trabalho II registaram o valor mais penalizador (0,81).

Comparando os valores dos multiplicadores verificou-se que o MH ou o MF foi o mais penalizador (dependendo do trabalhador).

a2) Determinação do CLI da T2 e discussão de resultados

Para calcular o CLI da T2 seguiu-se o procedimento para a avaliação multitarefa, tendo sido calculado numa primeira fase do mesmo, os seguintes parâmetros de cada sub-tarefa: FIRWL, STRWL, FILI e STLI. Os valores destes parâmetros e o CLI da T2 para cada um dos oito trabalhadores encontram-se nas disponíveis nas Tabelas B.25-B.32 do Anexo B.

Na Tabela 4.14 e na Tabela 4.15 estão listados os valores dos STLIs e do CLI da T1, respetivamente, para os trabalhadores com o método de trabalho I e método de trabalho II.

Da análise destas duas tabelas verifica-se que todas as sub-tarefas apresentam STLIs inferiores a 1, no entanto observa-se que as sub-tarefas de paletizar correspondentes ao número mínimo de paletes empilhadas e o 1º nível de caixas na paleta apresentam os STLIs mais elevados.

Tabela 4.14 - Valores dos STLIs e do CLI da T2 – método de trabalho I (por trabalhador)

Sub-tarefas da T2 - Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12		STLI			
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4
1)	Retirar da máquina – Mesa nº1	0,54	0,54	0,58	0,56
2)	Retirar da mesa nº1 – Transporte	0,54	0,54	0,58	0,56
4) 1.1	Paletizar: MEF 12 - 1 paleta – 1º Nível	0,59	0,59	0,63	0,63
4) 1.2	Paletizar: MEF 12 - 1 paleta – 2º Nível	0,55	0,55	0,58	0,59
4) 2.1	Paletizar: MEF 12 - 2 paletes – 1º Nível	0,58	0,58	0,62	0,62
4) 2.2	Paletizar: MEF 12 - 2 paletes – 2º Nível	0,52	0,52	0,56	0,55
4) 3.1	Paletizar: MEF 12 - 3 paletes – 1º Nível	0,57	0,57	0,60	0,60
4) 3.2	Paletizar: MEF 12 - 3 paletes – 2º Nível	0,52	0,52	0,56	0,55
4) 4.1	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 1º Nível	0,54	0,54	0,57	0,58
4) 4.2	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 2º Nível	0,52	0,52	0,56	0,55
4) 5.1	Paletizar: MEF 12 - 5 paletes – 1º Nível	-	0,52	0,56	0,55
4) 5.2	Paletizar: MEF 12 - 5 paletes – 2º Nível	-	0,52	0,56	0,55
4) 6.1	Paletizar: MEF 12 - 6 paletes – 1º Nível	-	-	0,56	0,55
4) 6.2	Paletizar: MEF 12 - 6 paletes – 2º Nível	-	-	0,59	0,57
CLI		0,70	0,70	0,75	0,74

Tabela 4.15 - Valores dos STLIs e do CLI da T2 – método de trabalho II (por trabalhador)

Sub-tarefas da T2 - Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14		STLI			
		Nº5	Nº6	Nº7	Nº8
1)	Retirar da máquina – Mesa nº1	0,73	0,65	0,54	0,52
2) 1.1	Paletizar: MEF 14 - 1 palete – 1º Nível	0,77	0,69	0,57	-
2) 1.2	Paletizar: MEF 14 - 1 palete – 2º Nível	0,70	0,62	0,52	-
2) 2.1	Paletizar: MEF 14 - 2 paletes – 1º Nível	0,76	0,67	0,56	0,54
2) 2.2	Paletizar: MEF 14 - 2 paletes – 2º Nível	0,69	0,61	0,51	0,49
2) 3.1	Paletizar: MEF 14 - 3 paletes – 1º Nível	0,73	0,65	0,54	0,52
2) 3.2	Paletizar: MEF 14 - 3 paletes – 2º Nível	0,69	0,61	0,51	0,49
2) 4.1	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 1º Nível	0,69	0,61	0,51	0,49
2) 4.2	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 2º Nível	0,69	0,61	0,51	0,49
2) 5.1	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 1º Nível	0,69	0,61	0,51	0,49
2) 5.2	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 2º Nível	0,70	0,62	0,52	0,50
2) 6.1	Paletizar: MEF 14 - 6 paletes – 1º Nível	-	-	-	0,49
2) 6.2	Paletizar: MEF 14 - 6 paletes – 2º Nível	-	-	-	0,53
CLI		0,86	0,76	0,64	0,61

Na Figura 4.8 apresenta-se um gráfico onde se representa o CLI da T2 calculado para cada trabalhador. Desta figura observa-se que os valores do CLI são todos inferiores a 1 e situam-se entre 0,61 e 0,86, tendo o trabalhador Nº5 registado o valor mais elevado. Segundo Waters et al., (1994), estes valores de CLI inserem-se na zona de risco “limitado/aceitável”, compreendida entre 0 e 1, o que significa que a maioria dos trabalhadores que realizam a T2 não deve correr risco de desenvolvimento de lombalgias, não sendo por isso necessária intervenção ergonómica.

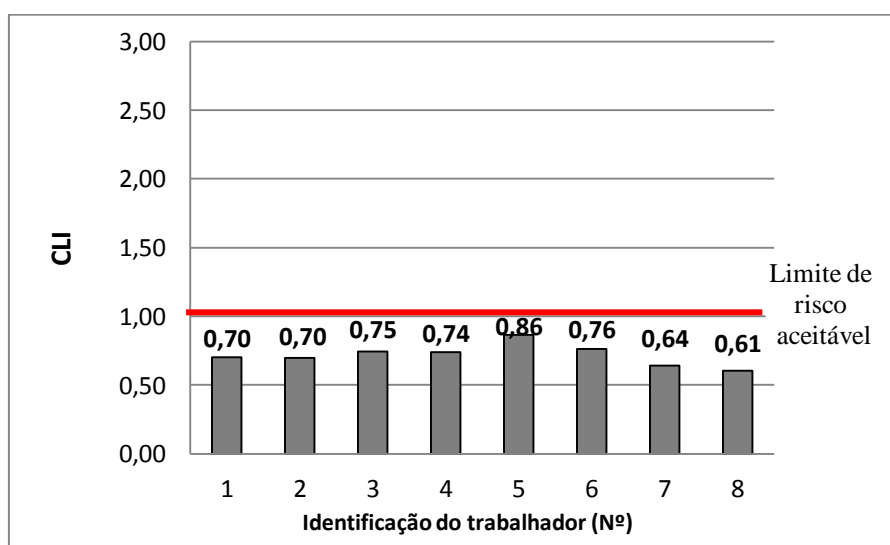


Figura 4.8 – Representação gráfica do CLI da T2 calculado para cada trabalhador

4.2. Modelos de Shoaf

Nesta secção as duas tarefas de MMC foram submetidas a avaliação de risco e a discussão dos resultados utilizando os Modelos desenvolvidos por Shoaf et al. (1997).

As sub-tarefas do tipo baixar e do tipo transportar das duas tarefas foram avaliadas pela respetiva expressão. No entanto, algumas sub-tarefas podem ser do tipo elevar ou do tipo baixar em função: das características antropométricas dos trabalhadores, do método de trabalho ou dos números de paletes empilhadas que os trabalhadores utilizam para colocar a carga na paleta. Para estes casos, na altura da avaliação, as sub-tarefas em que se verificou que eram do tipo elevar, foram submetidas na secção seguinte a avaliação de risco através do Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997). Na Tabela 4.16 e na Tabela 4.17 estão identificados, respectivamente, os tipos de sub-tarefas da T1 e da T2.

Tabela 4.16 – Identificação dos tipos de sub-tarefas da T1

Métodos de trabalho na T1	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas
I ¹ .	2, 5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar <u>ou</u> baixar
		2) Transporte direto	Transportar
		3) Paletizar: direto	Elevar <u>ou</u> baixar
II ² .	1, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar <u>ou</u> baixar
		2) Transporte indireto	Transportar
		3) Transporte indireto – Mesa nº2	Baixar
		4) Paletizar: indireto	Elevar <u>ou</u> baixar

1-Movimentação da bobina para a paleta de modo direto. 2-Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto

Tabela 4.17 - Identificação dos tipos de sub-tarefas da T2

Métodos de trabalho na T2	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas
I ¹ .	1, 2, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Baixar
		2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	Elevar
		3) Transporte	Transportar
		4) Paletizar: MEF 12	Elevar <u>ou</u> baixar
II ² .	5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Baixar
		2) Paletizar: MEF 14	Elevar <u>ou</u> baixar

1-Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12. 2-Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14.

4.2.1. Aplicação dos Modelos de Shoaf na T1

a) Avaliação de risco

Para se determinar os valores de algumas variáveis que compõem a expressão para as sub-tarefas do tipo baixar e a expressão para as sub-tarefas do tipo transportar, teve que se ter em conta as considerações que estão descritas, respectivamente, na Tabela 4.18 e na Tabela 4.19.

Tabela 4.18 – Considerações tomadas para algumas variáveis da expressão para avaliar tarefas de baixar – Modelos de Shoaf – T1

Variáveis	Considerações
Distância horizontal (H)	Foram tomadas as considerações da H que estão descritas na aplicação da NIOSH'91 (secção 4.1.1). Para avaliar H's inferiores a 39 cm considerou-se a tabela do multiplicador horizontal (MH) do Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997).
Distância vertical inicial (Vi)	Foram tomadas as considerações da distância vertical que estão descritas na aplicação da NIOSH'91 (secção 4.1.1).
Deslocamento vertical percorrido (V)	Foram tomadas as considerações do deslocamento vertical que estão descritas na aplicação da NIOSH'91 (secção 4.1.1).
Frequência do abaixamento (F)	Foram tomadas as considerações da frequência que estão descritas na aplicação da NIOSH'91 (secção 4.1.1).
Duração da tarefa (DT)	A DT é igual a 8 horas. Para se obter o valor do multiplicador da duração da tarefa (MDT) considerou-se a abordagem psicofísica devido aos valores de F serem inferiores a 4 vezes/min e por permitir calcular esse valor para os dois sexos em separado (Hidalgo et al., 1997).

Tabela 4.19 – Considerações tomadas para algumas variáveis da expressão para avaliar tarefas de transportar – Modelos de Shoaf – T1

Variáveis	Considerações
Distância de transporte (D _t)	Foram considerados os valores das distâncias percorridas que estão assinalados na Figura 3.10 e na Figura 3.11.
Frequência do abaixamento (F)	A frequência foi calculada a partir da produção diária <i>standard</i> (101 bobinas/turno), que corresponde a 0,21 vezes/min.
Duração da tarefa (DT)	A DT é igual a 8 horas. Para se obter o valor do multiplicador da duração da tarefa (MDT) considerou-se a abordagem psicofísica devido aos valores de F serem inferiores a 4 vezes/min e por permitir calcular esse valor para os dois sexos em separado (Hidalgo et al., 1997).

A título de exemplo na Tabela 4.20 e na Tabela 4.21 apresentam-se para o trabalhador N°1, respetivamente os valores dos multiplicadores das sub-tarefas: 1) Retirar da máquina –

Transporte e 2) Transporte indireto. Os valores dos multiplicadores foram obtidos através da consulta das respectivas tabelas ou gráficos (Shoaf et al., 1997). Nas Tabelas C.1 – C.9 do Anexo C estão disponíveis os valores das variáveis e dos multiplicadores relativos às sub-tarefas realizadas pelos oito trabalhadores.

Tabela 4.20 – Valores dos multiplicadores da sub-tarefa 1) Retirar da máquina – Transporte, para o trabalhador N°1

Trabalhador N° 1 (Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto)												
Sub-tarefa	H	MH	V=Vi-Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1) Retirar da máquina – Transporte	30	0,87	108-101 = 7	1	0,21	0,748	8	0,67	44	0,78	65	0,8

Tabela 4.21 – Valores dos multiplicadores da sub-tarefa 1) Transporte indireto, para o trabalhador N°1

Trabalhador N° 1 (Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto)												
Sub-tarefa	V_t	MV_t	D_t	MD_t	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
2) Transporte indireto	101	0,877	2,1	0,994	0,21	0,748	8	0,67	44	0,78	65	0,8

De seguida calculou-se o peso base (P_b) de cada sub-tarefa através das respectivas equações (para tarefas de baixar e para tarefas de transportar) apresentadas na descrição da metodologia (secção 3.5.3).

Para o cálculo do índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa teve que se determinar primeiro a percentagem (%) da população (segundo a abordagem biomecânica) para o qual o P_b obtido é aceitável. Essa percentagem foi obtida através da consulta da tabela correspondente ao tipo de tarefa (Shoaf et al., 1997). Por fim determinou-se o IPS conforme descrito na metodologia.

Na Tabela 4.22 e na Tabela 4.23 apresentam-se, respetivamente para o método de trabalho I e para o método de trabalho II, os valores do peso base (P_b), da percentagem da população trabalhadora (%) e do índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T1.

Tabela 4.22 – Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T1 – método de trabalho I

Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto		Nº do trabalhador avaliado														
		2			5			6			7			8		
Sub-tarefas		P _b	%	IPS	P _b	%	IPS	P _b	%	IPS	P _b	%	IPS	P _b	%	IPS
1)	Retirar da máquina – Transporte	41,83	5	9,5	38,28	5	9,3	N.A	N.A	N.A	46,98	5	9,5	N.A	N.A	N.A
2)	Transporte direto	62,29	5	9,5	48,40	5	9,5	55,71	5	9,5	63,22	5	9,5	63,07	5	9,5
3) 1.1	Paletizar: direto - 1 paleta – 1º Nível	54,40	5	9,5	49,58	5	9,5	53,02	5	9,5	-	-	-	-	-	-
3) 1.2	Paletizar: direto - 1 paleta – 2º Nível	48,03	5	9,5	43,50	5	9,5	47,18	5	9,5	-	-	-	-	-	-
3) 2.1	Paletizar: direto - 2 paletes – 1º Nível	52,10	5	9,5	47,20	5	9,5	51,09	5	9,5	58,21	5	9,5	57,95	5	9,5
3) 2.2	Paletizar: direto - 2 paletes – 2º Nível	44,27	5	9,5	40,00	5	9,5	43,54	5	9,5	49,40	5	9,5	49,94	5	9,5
3) 3.1	Paletizar: direto - 3 paletes – 1º Nível	48,53	5	9,5	43,95	5	9,5	47,68	5	9,5	54,18	5	9,5	54,55	5	9,5
3) 3.2	Paletizar: direto - 3 paletes – 2º Nível	41,83	5	9,5	38,28	5	9,2	40,67	5	9,5	46,98	5	9,5	45,82	5	9,5
3) 4.1	Paletizar: direto - 4 paletes – 1º Nível	44,79	5	9,5	40,50	5	9,5	44,06	5	9,5	50,03	5	9,5	50,55	5	9,5
3) 4.2	Paletizar: direto - 4 paletes – 2º Nível	41,83	5	9,5	38,28	5	9,2	40,67	5	9,5	46,98	5	9,5	45,55	5	9,5
3) 5.1	Paletizar: direto - 5 paletes – 1º Nível	41,83	5	9,5	38,28	5	9,2	40,67	5	9,5	-	-	-	46,38	5	9,5
3) 5.2	Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	-	-	-	N.A	N.A	N.A
3) 6.1	Paletizar: direto - 5 paletes – 1º Nível	41,83	5	9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3) 6.2	Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	N.A	N.A	N.A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela 4.23 – Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T1 – método de trabalho II

Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto		Nº do trabalhador avaliado								
		1			3			4		
Sub-tarefas		P _b	%	IPS	P _b	%	IPS	P _b	%	IPS
1)	Retirar da máquina – Transporte	66,67	5	9,5	57,58	5	9,5	N.A	N.A	N.A
2)	Transporte indireto	88,95	5	9,5	71,01	5	9,5	51,82	5	9,5
3)	Transporte indireto – Mesa nº2	66,67	5	9,5	57,58	5	9,5	37,80	11	8,9
4) 1.1	Paletizar: indireto - 1 paleta – 1º Nível	91,09	5	9,5	79,34	5	9,5	51,10	5	9,5
4) 1.2	Paletizar: indireto - 1 paleta – 2º Nível	77,63	5	9,5	67,62	5	9,5	43,55	5	9,5
4) 2.1	Paletizar: indireto - 2 paletes – 1º Nível	85,00	5	9,5	74,04	5	9,5	47,68	5	9,5
4) 2.2	Paletizar: indireto - 2 paletes – 2º Nível	72,50	5	9,5	63,15	5	9,5	40,67	5	9,5
4) 3.1	Paletizar: indireto - 3 paletes – 1º Nível	78,55	5	9,5	68,42	5	9,5	44,07	5	9,5
4) 3.2	Paletizar: indireto - 3 paletes – 2º Nível	72,50	5	9,5	63,15	5	9,5	40,67	5	9,5
4) 4.1	Paletizar: indireto - 4 paletes – 1º Nível	72,50	5	9,5	63,15	5	9,5	40,67	5	9,5
4) 4.2	Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
4) 5.1	Paletizar: indireto - 5 paletes – 1º Nível	-	-	-	63,15	5	9,5	40,67	5	9,5
4) 5.2	Paletizar: indireto - 5 paletes – 2º Nível	-	-	-	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
4) 6.1	Paletizar: indireto - 5 paletes – 1º Nível	-	-	-	-	-	-	N.A	N.A	N.A
4) 6.2	Paletizar: indireto - 5 paletes – 2º Nível	-	-	-	-	-	-	N.A	N.A	N.A

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

b) Discussão de resultados

Da análise das Tabelas C.1- C.9 do Anexo C, para as sub-tarefas do tipo baixar, conseguiu-se tirar algumas considerações a respeito dos valores dos multiplicadores. No que se refere ao MH verificou-se semelhantes ilações às que foram descritas quando se aplicou a NIOSH'91 (secção 4.1.1):

- Existiu variação do valor do MH entre os trabalhadores;
- Devido a utilizarem as duas técnicas de pegar a bobina, os trabalhadores N°1, 3 e 4 registaram uma variação do valor do MH entre sub-tarefas que executavam;
- Os trabalhadores N°3 e 5 registaram o valor do MH mais penalizador. Contudo, o trabalhador N°3 só registou esse valor no conjunto de sub-tarefas 4) Paletizar: indireto.

Em relação ao MV verificou-se uma diferença de valores entre os trabalhadores e entre as sub-tarefas que cada um executa. Os valores foram diferentes entre trabalhadores, em parte, devido a utilizarem diferentes métodos de trabalho e diferentes números de paletes empilhadas. Por outro lado, para o mesmo trabalhador o valor MV variou significativamente no conjunto de sub-tarefas de paletizar devido à variação do número de paletes empilhadas ao longo do processo de embalagem das bobinas e por serem utilizados dois níveis de bobinas na paleta. Da comparação do valor MV entre as sub-tarefas executadas pelo mesmo trabalhador, verificou-se que o valor mais penalizador se registou nas sub-tarefas de paletizar, nomeadamente, quando o trabalhador utilizava o número mínimo de paletes empilhadas e colocava a bobina no 1º nível de carga. Para este caso, foi o trabalhador N°6 que registou o valor de MV mais penalizador.

No que diz respeito às sub-tarefas do tipo transportar (Tabela C.9) verificou-se que pelo facto dos trabalhadores N°4 e 8 terem transportado a bobina a uma altura mais elevada registaram o MV_t mais penalizador, ao passo que no caso do MD_t foi o trabalhador N°2 que registou o valor mais penalizador. Neste caso o valor de MD_t está relacionado com o facto de ser o único trabalhador a utilizar o método de trabalho I no PT MEF 12, onde distância entre o eixo de rotação e a paleta é maior: 3,55 m.

Da análise do conjunto de sub-tarefas (baixar e transportar) verificou-se ao nível do MF que as sub-tarefas do tipo transportar foram as mais penalizadoras. No que diz respeito ao MDT constatou-se que foi o multiplicador mais penalizador em todas as sub-tarefas, com um valor igual a 0,67. No que toca à idade dos trabalhadores, verificou-se que o trabalhador N°1 por ser o mais velho (44 anos) apresentou o valor do MI mais penalizador. A mesma situação se verificou para o MPC, por este trabalhador ser o menos pesado (65 kg).

Da análise da Tabela 4.22 e da Tabela 4.23 verifica-se que os valores dos IPSs se encontram entre a zona “muito insegura” (IPS = 7) e a zona “extremamente insegura” (IPS = 10) de acordo com a interpretação da escala da metodologia. No entanto, a maioria das sub-tarefas registou um IPS igual a 9,5. Assim, com o objetivo de reduzir o risco de lesões na zona lombar, é necessária uma intervenção ergonómica, em primeiro lugar nas sub-tarefas e trabalhadores onde se registaram os P_{bs} mais elevados. Para o método de trabalho I (Tabela 4.22), os P_{bs} mais elevados foram registados na sub-tarefa de transporte – 2) Transporte direto – ou na sub-tarefa de paletizar – 3) Paletizar: direto – quando o trabalhador utilizava o número mínimo de paletes empilhadas e a bobina é colocada no 1º nível de cargas da paleta. Para o método de trabalho II (Tabela 4.23) a situação foi semelhante, ou seja, na sub-tarefa de transporte – 2) Transporte indireto – ou na sub-tarefa de paletizar – 4) Paletizar: indireto. Em termos individuais observa-se que o trabalhador N°1 tem os P_{bs} mais elevados em comparação com os restantes trabalhadores, por essa razão pode estar mais exposto ao risco de lesões na zona lombar.

4.2.2. Aplicação dos Modelos de Shoaf na T2

a) Avaliação de risco

Para se determinar os valores de algumas variáveis que compõem a expressão para as sub-tarefas do tipo baixar e a expressão para as sub-tarefas do tipo transportar, teve que se ter em conta as considerações que estão descritas, respectivamente, na Tabela 4.24 e na Tabela 4.25.

Tabela 4.24 – Considerações tomadas para algumas variáveis da expressão para avaliar tarefas de transportar – Modelos de Shoaf – T2

Variáveis	Considerações
Distância horizontal (H)	Foram tomadas as considerações da H que estão descritas na aplicação da NIOSH'91 (secção 4.1.2). Para avaliar H's inferiores a 39 cm considerou-se a tabela do multiplicador horizontal (MH) do Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997).
Distância vertical inicial (Vi)	Foram tomadas as considerações da distância vertical que estão descritas na aplicação da NIOSH'91 (secção 4.1.2).
Frequência do abaixamento (F)	Foram tomadas as considerações da frequência que estão descritas na aplicação da NIOSH'91 (secção 4.1.2).
Duração da tarefa (DT)	Foram tomadas as considerações, referidas anteriormente, para a T1.

Tabela 4.25 – Considerações tomadas para as variáveis da expressão que avalia as sub-tarefas do tipo transportar – T2 – Modelos de Shoaf

Variáveis	Considerações
Distância de transporte (D)	Foram considerados os valores das distâncias percorridas que estão assinalados na Figura 3.16 e na Figura 3.17.
Frequência do abaixamento (F)	A frequência foi calculada a partir da produção diária <i>standard</i> (234 caixas/turno), que corresponde a 0,49 vezes/min.
Duração da tarefa (DT)	Foram tomadas as considerações para a T1.

Tendo como exemplo o trabalhador Nº1, na Tabela 4.26 e na Tabela 4.27 apresentam-se, respetivamente os valores dos multiplicadores das sub-tarefas: 1) Retirar da máquina – Mesa nº1 e 3) Transporte. Nas Tabelas C.10 - C.18 do Anexo C estão disponíveis os valores das variáveis e dos multiplicadores das sub-tarefas realizadas pelos oito trabalhadores.

Tabela 4.26 - Valores dos multiplicadores da sub-tarefa 1) Retirar da máquina – Mesa nº1, para o trabalhador Nº1

Trabalhador Nº 1 (Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12)												
Sub-tarefa	H	MH	V=Vi-Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1) Retirar da máquina – Mesa nº1	26	0,98	100– 91= 9	1	0,49	0,69	8	0,67	44	0,78	65	0,8

Tabela 4.27 – Valores dos multiplicadores da sub-tarefa 1) Transporte, para o trabalhador Nº1

Trabalhador Nº 1 (Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12)												
Sub-tarefa	V _t	MV _t	D _t	MD _t	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
3) Transporte	88	0,939	2,3	0,981	0,49	0,69	8	0,67	44	0,78	65	0,8

Analogamente ao realizado para a T1, determinou-se o índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T2. Na Tabela 4.28 e na Tabela 4.29 apresentam-se, respetivamente para o método de trabalho I e para o método de trabalho II, os valores do peso base (P_b), da percentagem da população trabalhadora (%) e do índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa.

Tabela 4.28 - Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T2 – método de trabalho I

Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12		Nº do trabalhador avaliado											
		1			2			3			4		
Sub-tarefas		P_b	%	IPS	P_b	%	IPS	P_b	%	IPS	P_b	%	IPS
1)	Retirar da máquina – Mesa nº1	22,69	59	4,1	13,91	88	1,2	20,18	67	3,3	12,90	92	0,8
2)	Retirar da mesa nº1 – Transporte	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
3)	Transporte	35,56	9	9,1	21,71	58	4,2	29,41	30	7	20,13	64	3,6
4) 1.1	Paletizar: MEF 12 - 1 palete – 1º Nível	29,87	35	6,5	18,27	74	2,6	26,23	47	5,3	17,14	78	2,2
4) 1.2	Paletizar: MEF 12 - 1 palete – 2º Nível	24,82	52	4,8	15,13	84	1,6	21,55	63	3,7	14,45	87	1,3
4) 2.1	Paletizar: MEF 12 - 2 paletes – 1º Nível	28,31	41	5,9	17,27	77	2,3	24,69	53	4,7	16,41	80	2
4) 2.2	Paletizar: MEF 12 - 2 paletes – 2º Nível	23,18	58	4,2	14,21	87	1,3	20,62	66	3,4	13,26	90	1
4) 3.1	Paletizar: MEF 12 - 3 paletes – 1º Nível	26,34	47	5,3	16,06	81	1,9	22,89	59	4,1	15,29	84	1,6
4) 3.2	Paletizar: MEF 12 - 3 paletes – 2º Nível	23,18	58	4,2	14,21	87	1,3	20,62	66	3,4	13,18	91	0,9
4) 4.1	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 1º Nível	24,22	56	4,4	14,76	86	1,4	21,00	65	3,5	14,11	88	1,2
4) 4.2	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 2º Nível	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
4) 5.1	Paletizar: MEF 12 - 5 paletes – 1º Nível	-	-	-	14,21	87	1,3	20,62	66	3,4	13,18	91	0,9
4) 5.2	Paletizar: MEF 12 - 5 paletes – 2º Nível	-	-	-	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
4) 6.1	Paletizar: MEF 12 - 6 paletes – 1º Nível	-	-	-	-	-	-	20,62	66	3,4	13,18	91	0,9
4) 6.2	Paletizar: MEF 12 - 6 paletes – 2º Nível	-	-	-	-	-	-	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela 4.29 – Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança (IPS) de cada sub-tarefa da T2 – método de trabalho II

Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14		Nº do trabalhador avaliado											
		5			6			7			8		
Sub-tarefas		P _b	%	IPS	P _b	%	IPS	P _b	%	IPS	P _b	%	IPS
1)	Retirar da máquina – Mesa nº1	14,32	87	1,3	15,06	85	1,5	15,07	85	1,5	14,33	87	1,3
2) 1.1	Paletizar: MEF 14 - 1 paleta – 1º Nível	18,38	74	2,6	19,32	70	3	19,34	70	3	-	-	-
2) 1.2	Paletizar: MEF 14 - 1 paleta – 2º Nível	14,90	85	1,5	15,66	83	1,7	15,68	82	1,8	-	-	-
2) 2.1	Paletizar: MEF 14 - 2 paletes – 1º Nível	17,15	78	2,2	18,03	75	2,5	18,05	75	2,5	17,17	78	2,2
2) 2.2	Paletizar: MEF 14 - 2 paletes – 2º Nível	14,63	86	1,4	15,38	83	1,7	15,40	83	1,7	14,64	86	1,4
2) 3.1	Paletizar: MEF 14 - 3 paletes – 1º Nível	15,85	82	1,8	16,66	79	2,1	16,68	79	2,1	15,86	82	1,8
2) 3.2	Paletizar: MEF 14 - 3 paletes – 2º Nível	14,63	86	1,4	15,38	83	1,7	15,40	83	1,7	14,64	86	1,4
2) 4.1	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 1º Nível	14,63	86	1,4	15,38	83	1,7	15,40	83	1,7	14,64	86	1,4
2) 4.2	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 2º Nível	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
2) 5.1	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 1º Nível	14,63	86	1,4	15,38	83	1,7	15,40	83	1,7	14,64	86	1,4
2) 5.2	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 2º Nível	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
2) 6.1	Paletizar: MEF 14 - 6 paletes – 1º Nível	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A	N.A	N.A
2) 6.2	Paletizar: MEF 14 - 6 paletes – 2º Nível	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A	N.A	N.A

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

b) Discussão de resultados

Através da análise das Tabelas C.10 – C.18 do Anexo C tirou-se algumas considerações em relação aos valores dos multiplicadores. No que se refere ao MH foram observados resultados semelhantes aos descritos quando se aplicou a NIOSH'91 (secção 4.1.2):

- Existiu variação do valor do MH entre trabalhadores. No entanto, não se verificou diferenças do valor entre as sub-tarefas realizadas pelo mesmo trabalhador;
- O trabalhador N°5 registou o valor do MH mais penalizador. Este valor pode estar relacionado com as características físicas referidas anteriormente: peso e IMC elevados.

Relativamente ao MV observou-se uma diferença de valores entre os trabalhadores e entre as sub-tarefas que cada um executa. Esta diferença de valores foi mais evidente nas sub-tarefas de paletizar devido aos trabalhadores utilizarem diferentes números (máximos e mínimos) de paletes empilhadas e variarem o seu número ao longo do processo de embalamento das caixas. Comparando os valores do MV entre sub-tarefas executadas pelo mesmo trabalhador, verificou-se que o valor mais penalizador se registou quando o trabalhador utilizava o número mínimo de paletes empilhadas e colocava a caixa no 1º nível de carga. Neste caso, o valor mais penalizador registou-se no trabalhador N°4.

Quanto à sub-tarefa do tipo transportar (Tabela C.18) verificou-se diferentes valores de MV_t entre os trabalhadores, em resultado de terem transportado a caixa a alturas diferentes (V_t). O valor mais penalizador do MV_t registou-se no trabalhador N°4. Relativamente ao valor do MD_t verificou-se uma igualdade entre os trabalhadores do método de trabalho I, visto a distância de transporte ter sido a mesma (2,3 m).

No que concerne ao valor do MF, as sub-tarefas do tipo transportar (Tabela C.18) revelaram-se mais penalizadoras relativamente às do tipo baixar. Para o MI e o MPC as considerações foram iguais às descritas para a T1. Relativamente ao MDT revelou-se novamente o multiplicador mais penalizador (0,67) em todas as sub-tarefas.

Pela observação da Tabela 4.28 e Tabela 4.29 verifica-se que a maioria das sub-tarefas são consideradas seguras para os trabalhadores ($IPS < 4$) de acordo com a interpretação da escala da metodologia, ou seja, não têm risco associado. No entanto, a sub-tarefa do tipo transportar do método de trabalho I – 3) Transporte – apresentou valores de IPSs mais elevados para alguns trabalhadores. As interpretações destes valores são as seguintes:

- Trabalhador N°1 – sub-tarefa muito insegura ($IPS = 9,1$);
- Trabalhador N°2 – sub-tarefa um pouco insegura ($IPS = 4,2$);
- Trabalhador N°3 – sub-tarefa muito insegura ($IPS = 7$).

Para além desta sub-tarefa, algumas sub-tarefas de paletizar, nomeadamente quando a caixa é colocada na palete em níveis mais próximos do solo, também se revelaram um “pouco inseguras” ou “inseguras” para os trabalhadores N°1 e 3. Assim, com o objetivo de reduzir o risco de lesões na zona lombar, pode ser necessária uma intervenção ergonómica nas sub-tarefas onde o IPS se registou igual ou superior a 4 (“um pouco insegura”).

4.3. Modelo CLM

Nesta secção, e no seguimento da avaliação de risco utilizando os Modelos de Shoaf, as sub-tarefas do tipo elevar foram submetidas a avaliação de risco e a discussão dos resultados utilizando o Modelo CLM (Hidalgo et al., 1997).

Para se determinar os valores das variáveis que compõem a expressão do Modelo CLM teve que se ter em conta as considerações que estão descritas na Tabela 4.30.

Tabela 4.30 - Considerações tomadas para as variáveis da expressão do Modelo CLM

Variáveis	Considerações
Distância horizontal (H)	Foram tomadas as considerações para as respetivas variáveis, que estão descritas na aplicação da NIOSH'91 (secção 4.1).
Distância vertical (V)	
Deslocamento vertical (D)	
Frequência da elevação (F)	
Ângulo de rotação (A)	
Qualidade da pega da carga (P)	
Duração da tarefa (DT)	A DT é igual a 8 horas. Para se obter o valor do multiplicador da duração da tarefa (MDT) considerou-se a abordagem psicofísica devido aos valores de F serem inferiores a 4 vezes/min e por permitir calcular esse valor para os dois sexos em separado (Hidalgo et al., 1997).
Stress térmico (ST)	Considerou-se o valor de temperatura ambiente igual a 25,6°.

Uma vez que o Modelo CLM é baseado na NIOSH'91, a maioria das variáveis deste modelo, nomeadamente o H, V, D, F, A e DT, registaram os mesmos valores que estão presentes na aplicação da NIOSH'91.

4.3.1. Aplicação do Modelo CLM na T1

a) Avaliação de risco

Na Tabela 4.22 e na Tabela 4.23 da secção anterior foram identificadas com a sigla “N.A” as sub-tarefas do tipo elevar da T1, respectivamente para o método de trabalho I e para o método de trabalho II.

Para se determinarem os valores dos multiplicadores da expressão do Modelo CLM foram consultadas as respetivas tabelas ou gráficos (Hidalgo et al., 1997) . Na Tabela D.1 do Anexo D apresentam-se os valores das variáveis e dos multiplicadores das sub-tarefas para o conjunto dos trabalhadores.

De seguida determinou-se o índice pessoal de segurança de elevação (IPSE) de cada sub-tarefa, conforme o procedimento descrito na metodologia (secção 3.5.2).

Na Tabela 4.31 apresentam-se, para o conjunto dos trabalhadores, os resultados do peso base (P_b), da percentagem da população trabalhadora (%) e do IPSE de cada sub-tarefa da T1.

Tabela 4.31 - Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança de elevação (IPSE) de cada sub-tarefa da T1

	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	P_b	%	IPSE
Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto	2	3) 5.2 Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	48,89	5	9,5
		3) 6.2 Paletizar: direto - 6 paletes – 2º Nível	48,89	5	9,5
	5	3) 5.2 Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	44,50	5	9,5
	6	1) Retirar da máquina – Transporte	47,79	5	9,5
		3) 5.2 Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	47,79	5	9,5
	8	1) Retirar da máquina – Transporte	53,52	5	9,5
		3) 5.2 Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	54,11	5	9,5
Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto	1	4) 4.2 Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	81,65	5	9,5
	3	4) 4.2 Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	77,39	5	9,5
		4) 5.2 Paletizar: indireto - 5 paletes – 2º Nível	71,12	5	9,5
	4	1) Retirar da máquina – Transporte	44,18	5	9,5
		4) 4.2 Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	45,80	5	9,5
		4) 5.2 Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	45,80	5	9,5
		4) 6.1 Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	45,80	5	9,5
		4) 6.2 Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	49,92	5	9,5

b) Discussão de resultados

Da análise da Tabela D.1 do Anexo D obteve-se algumas considerações para os valores dos multiplicadores. No que concerne ao MH, as conclusões foram semelhantes às obtidas na secção anterior, ou seja, existe variação do valor entre os trabalhadores, tendo sido registado o valor mais penalizador nos trabalhadores N°3 e 5.

Quanto ao MV, o trabalhador N°8 obteve o valor mais penalizador (0,91). Este valor poderá estar relacionado com as características antropométricas do trabalhador, nomeadamente por ser o mais alto, e por essa razão ter necessidade de elevar mais a caixa na sub-tarefa 3) 5.2 Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível.

Relativamente ao valor do MD só se verificou penalização (0,95) quando o trabalhador N°4 executava a sub-tarefa 4) 6.2 Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível.

Para os multiplicadores MF, MDT, MA, MP e MST não se verificaram diferenças de valores entre os trabalhadores e entre sub-tarefas. No entanto o MDT, conforme referido na secção anterior, foi o multiplicador mais penalizador em todas as sub-tarefas. Quanto ao MP foi penalizador para todas as sub-tarefas registando um valor de 0,925. No que se refere ao MF e MA, estes multiplicadores não foram penalizadores na execução das sub-tarefas.

No que diz respeito ao MI e MPC os resultados e considerações obtidas foram iguais aos da secção anterior.

Mediante a observação da Tabela 4.31, verifica-se que os valores do IPSE são iguais a 9,5 e se encontram na zona “extremamente insegura” de acordo com a interpretação da escala da metodologia. Estes resultados indicam que é necessária uma intervenção ergonómica com o objetivo de reduzir o risco de lesões na zona lombar. Esta intervenção deve ser feita em primeiro lugar nas sub-tarefas e nos trabalhadores onde se registaram os P_b s mais elevados.

4.3.2. Aplicação do Modelo CLM na T2

a) Avaliação de risco

Na Tabela 4.28 e na Tabela 4.29 da secção anterior foram identificadas com a sigla “N.A” as sub-tarefas do tipo elevar da T2, respectivamente, para o método de trabalho I e para o método de trabalho II.

Para se determinar os valores dos multiplicadores da expressão do Modelo CLM foram consultadas as respetivas tabelas ou gráficos. Na Tabela D.2 do Anexo D apresentam-se os valores das variáveis e dos multiplicadores das sub-tarefas para o conjunto dos trabalhadores.

O peso base (P_b), a percentagem da população trabalhadora (%) e o índice pessoal de segurança de elevação (IPSE) de cada sub-tarefa foram determinados de forma análoga ao referido anteriormente, estando esses valores apresentados na Tabela 4.32.

Tabela 4.32 - Peso base (P_b), percentagem da população trabalhadora (%) e índice pessoal de segurança da elevação (IPSE) de cada sub-tarefa da T2

	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas		P _b	%	IPSE
Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12	1	2)	Retirar da mesa nº1 – Transporte	23,65	57	4,3
		4) 4.2	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 2º Nível	23,66	57	4,3
	2	2)	Retirar da mesa nº1 – Transporte	14,50	87	1,3
		4) 4.2	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 2º Nível	14,50	87	1,3
		4) 5.2	Paletizar: MEF 12 - 5 paletes – 2º Nível	14,50	87	1,3
	3	2)	Retirar da mesa nº1 – Transporte	21,04	65	3,5
		4) 4.2	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 2º Nível	21,04	65	3,5
		4) 5.2	Paletizar: MEF 12 - 5 paletes – 2º Nível	21,04	65	3,5
		4) 6.2	Paletizar: MEF 12 - 6 paletes – 2º Nível	22,87	59	4,1
	4	2)	Retirar da mesa nº1 – Transporte	13,45	91	0,9
		4) 4.2	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 2º Nível	13,73	90	1,0
		4) 5.2	Paletizar: MEF 12 - 5 paletes – 2º Nível	13,73	90	1,0
4) 6.2		Paletizar: MEF 12 - 6 paletes – 2º Nível	14,01	91	0,9	
Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14	5	2) 4.2	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 2º Nível	14,78	86	1,4
		2) 5.2	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 2º Nível	15,08	85	1,5
	6	2) 4.2	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 2º Nível	15,36	84	1,6
		2) 5.2	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 2º Nível	15,67	83	1,7
	7	2) 4.2	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 2º Nível	15,55	84	1,6
		2) 5.2	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 2º Nível	15,87	83	1,7
	8	2) 4.2	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 2º Nível	14,79	86	1,4
		2) 5.2	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 2º Nível	15,09	85	1,5
		2) 6.1	Paletizar: MEF 14 - 6 paletes – 2º Nível	14,79	86	1,4
		2) 6.2	Paletizar: MEF 14 - 6 paletes – 2º Nível	16,43	81	1,9

b) Discussão de resultados

Pela observação da Tabela D.2 do Anexo D chegou-se a algumas considerações para os multiplicadores. Relativamente ao MH verificou-se o mesmo que na aplicação dos Modelos de Shoaf, ou seja, houve uma variação do valor do multiplicador entre os trabalhadores, tendo o trabalhador Nº5 registado o mais penalizador.

Os multiplicadores MV e MD não demonstraram ser particularmente penalizadores na execução da grande maioria das sub-tarefas.

Para os multiplicadores MF, MA, MP, MST não se verificaram diferenças de valores entre os trabalhadores e entre sub-tarefas, tendo sido registado um valor igual a 1 para todos eles. O MDT mais uma vez, e à semelhança do referido anteriormente, foi o multiplicador mais penalizador nas sub-tarefas avaliadas. Relativamente ao MI e ao MPC as considerações foram iguais às referidas anteriormente.

Pela análise da Tabela 4.32 constata-se que a maioria das sub-tarefas são consideradas seguras para os trabalhadores ($IPSE < 4$), não apresentado risco de lesões na zona lombar. No entanto, algumas sub-tarefas podem ser consideradas “um pouco inseguras” para os trabalhadores N°1 e 3 ($IPSE > 4$).

4.4. Guia de Mital

Nesta secção as duas tarefas de MMC foram submetidas a avaliação de risco e a discussão dos resultados utilizando o *Guia do Mital*. Para se aplicar esta metodologia utilizou-se um processo constituído por 5 passos, conforme a estrutura indicada na Tabela 4.33.

Tabela 4.33 - Estrutura utilizada para aplicação do Guia de Mital

Estrutura	Processo	Objetivos
a) Avaliação de risco	Passo 1	<ul style="list-style-type: none"> Dividir a tarefa em sub-tarefas Determinar o peso e as dimensões da carga Determinar as distâncias percorridas Determinar a duração total de trabalho Determinar a frequência das movimentações
	Passo 2	<ul style="list-style-type: none"> Escolher o percentil da população
	Passo 3	<ul style="list-style-type: none"> Determinar para cada sub-tarefa a cadência atual de trabalho (W_A) e a cadência recomendada de trabalho (W_R)
	Passo 4	<ul style="list-style-type: none"> Calcular o risco potencial R (W_A/W_R) para cada sub-tarefa
b) Discussão de resultados	Passo 5	<ul style="list-style-type: none"> Interpretar o resultado do risco potencial R de cada sub-tarefa

4.4.1. Aplicação do Guia de Mital na T1

a) Avaliação de risco

- Passo 1**

Uma vez que o Guia de Mital segue uma abordagem elementar, na Tabela 4.34 apresentam-se as sub-tarefas e os tipos de sub-tarefas da T1 que foram avaliadas em separado para cada trabalhador.

Tabela 4.34 - Sub-tarefas, tipos de sub-tarefas da T1 avaliados pelo Guia de Mital

Métodos de trabalho na T1	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas
I ¹ .	2, 5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar
		2) Transporte direto	Transportar
		3) Paletizar: direto	Elevar/baixar
II ² .	1, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar
		2) Transporte indireto	Transportar
		3) Transporte indireto – Mesa nº2	Elevar/baixar
		4) Paletizar: indireto	Elevar/baixar

1-Movimentação da bobina para a paleta de modo direto. 2-Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto

Para saber se a capacidade de trabalho foi ultrapassada num determinado número de paletes empilhadas e nível de bobinas na paleta a sub-tarefa 3) Paletizar: direto, e a sub-tarefa 4) Paletizar: indireto, foram divididas em função dos números de paletes empilhadas que os trabalhadores utilizam e dos dois níveis de bobinas na paleta, à semelhança do descrito quando se aplicou a NIOSH'91 (secção 4.1.1).

O peso da bobina é de 24,25 kg e as dimensões de 30x40 cm (altura x diâmetro). As distâncias (horizontais) percorridas nas sub-tarefas dos métodos de trabalho I e II estão representadas, respectivamente, na Figura 3.10 e na Figura 3.11. As distâncias verticais percorridas em cada sub-tarefa e para cada trabalhador serão apresentadas individualmente mais à frente.

As sub-tarefas têm uma duração de 8 horas/turno de trabalho e uma frequência de 0,21 vezes/min. De notar que o Guia de Mital considera a frequência global da tarefa na avaliação de cada sub-tarefa.

- **Passo 2**

A avaliação da T1 foi realizada para acomodar nos postos de trabalho um percentil da população masculina de 75%. Foi selecionado este valor de percentil (P) de modo a ser possível comparar, se necessário, com os exemplos de estudos de caso que estão disponíveis no Guia de Mital (Mital et al., 1997) e por ser um valor normalmente utilizado na avaliação de risco e conceção de tarefas de MMC (Russell et al., 2007).

- **Passo 3 e 4**

Determinados os valores dos parâmetros necessários à avaliação de risco, foram calculadas a cadência de trabalho atual (W_A), a cadência de trabalho recomendada (W_R) e o risco potencial R de cada sub-tarefa.

A título de exemplo, para o trabalhador N°1, calculou-se de forma detalhada a W_A , a W_R e o risco potencial R da sub-tarefa: 1) Retirar da máquina – Transporte. Para esta sub-tarefa foram considerados os parâmetros com os seguintes valores:

- Percentil da população = 75% da população masculina;
- Peso da carga = 24,25 kg;
- Frequência da movimentação = 0,21 vezes/min.;
- Dimensão da carga (profundidade no plano sagital) = altura da bobina = 30 cm;
- Distância vertical percorrida pela carga = (ponto inicial da movimentação – ponto final da movimentação) = 108-101 = 7 cm;
- Amplitude vertical para a distância vertical percorrida pela carga = 80-132 cm.

A partir destes valores determinou-se a W_A :

$$W_A = \text{peso da carga} \times \text{distância vertical percorrida pela carga} \\ \times \text{frequência da movimentação} = 24,25 \times 0,07 \times 0,21 = 0,36 \text{ Kg.m/min}$$

De seguida determinou-se a W_R :

$$W_R = \text{peso recomendado} \times \text{distância vertical percorrida pela carga} \\ \times \text{frequência da movimentação} \times \text{multiplicadores de ajustamento}$$

No entanto foi preciso determinar o peso recomendado para os seguintes parâmetros:

- Percentil da população = 75% da população masculina;
- Amplitude vertical = 80-132 cm;
- Frequência da movimentação = 0,21 ~ 0,20 vezes/min.;
- Dimensão da carga = 30 cm.

O peso recomendado foi determinado através da consulta da tabela para tarefas de elevar/baixar com duas mãos para o sexo masculino (Mital et al., 1997). Da consulta da tabela obteve-se um peso recomendado igual a 23 kg. Posteriormente, de modo a refletir a influencia das condições reais de trabalho, o peso recomendado teve que ser ajustado através dos diferentes multiplicadores considerados pelo Guia de Mital (Mital et al., 1997). Na Tabela 4.35 apresentam-se os dados recolhidos e os valores dos multiplicadores de ajustamento para a T1. Estes valores foram válidos para todos os trabalhadores, uma vez que as condições reais de trabalho foram iguais entre eles.

Obtido o peso recomendado e os valores dos multiplicadores de ajustamento, foi determinada a W_R :

$$W_R = 23 \times 0,07 \times 0,21 \times 1,00 \times 0,925 = 0,31 \text{ Kg.m/min}$$

Determinadas as cadências de trabalho (W_A e W_R), foi calculado o respectivo risco potencial R:

$$R = \frac{W_A}{W_R} = \frac{0,36}{0,31} = 1,14 > 1,00$$

Tabela 4.35 – Dados e valores dos multiplicadores de ajustamento - T1

Multiplicador de ajustamento	Dados	Valor do multiplicador
Multiplicador de duração da tarefa	8h	1,00
Multiplicador para limitação à postura de pé	De pé	1,00
Multiplicador para elevações assimétricas	0-30°	1,00
Multiplicador para assimetria da carga	0 cm	1,00
Multiplicador para a qualidade da pega	Pontos de apoio limitados ou escorregadios	0,925
Multiplicador para o espaço disponível para colocação da carga	> 30 mm	1,00
Multiplicador para o <i>stress</i> térmico	< 27°C	1,00

De maneira análoga determinou-se as cadências de trabalho e os riscos potenciais R para as restantes sub-tarefas executadas pelo trabalhador N°1 e para os restantes trabalhadores. Os valores dos parâmetros de avaliação, os cálculos das cadências e os potenciais de risco R para a T1 encontram-se nas Tabelas E.1-E.18 do Anexo E. Na Tabela 4.36 e na Tabela 4.37 estão resumidos os potenciais de risco R das sub-tarefas da T1, respetivamente para os trabalhadores com o método de trabalho I e para os trabalhadores com o método de trabalho II.

Tabela 4.36- Risco potencial R das sub-tarefas da T1- método de trabalho I

Sub-tarefas da T1 - Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto		Risco potencial R				
		N°2	N°5	N°6	N°7	N°8
1)	Retirar da máquina – Transporte	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
2)	Transporte direto	1,07	1,03	1,04	1,03	1,04
3) 1.1	Paletizar: direto - 1 paleta – 1º Nível	1,05	1,05	1,05	-	-
3) 1.2	Paletizar: direto - 1 paleta – 2º Nível	1,05	1,05	1,05	-	-
3) 2.1	Paletizar: direto - 2 paletes – 1º Nível	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
3) 2.2	Paletizar: direto - 2 paletes – 2º Nível	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
3) 3.1	Paletizar: direto - 3 paletes – 1º Nível	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
3) 3.2	Paletizar: direto - 3 paletes – 2º Nível	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
3) 4.1	Paletizar: direto - 4 paletes – 1º Nível	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
3) 4.2	Paletizar: direto - 4 paletes – 2º Nível	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
3) 5.1	Paletizar: direto - 5 paletes – 1º Nível	1,14	1,14	1,14	-	1,14
3) 5.2	Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	1,14	1,14	1,14	-	1,14
3) 6.1	Paletizar: direto - 6 paletes – 1º Nível	1,14	-	-	-	-
3) 6.2	Paletizar: direto - 6 paletes – 2º Nível	1,14	-	-	-	-

Tabela 4.37 - Risco potencial R das sub-tarefas da T1- método de trabalho II

Sub-tarefas da T1 - Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indirecto		Risco potencial R		
		Nº1	Nº3	Nº4
1)	Retirar da máquina – Transporte	1,14	1,14	1,14
2)	Transporte indirecto	1,00	0,99	1,01
3)	Transporte indirecto – Mesa nº2	1,14	1,14	1,14
4) 1.1	Paletizar: indirecto - 1 paleta – 1º Nível	1,09	1,09	1,09
4) 1.2	Paletizar: indirecto - 1 paleta – 2º Nível	1,09	1,09	1,09
4) 2.1	Paletizar: indirecto - 2 paletes – 1º Nível	1,09	1,09	1,09
4) 2.2	Paletizar: indirecto - 2 paletes – 2º Nível	1,09	1,09	1,09
4) 3.1	Paletizar: indirecto - 3 paletes – 1º Nível	1,09	1,09	1,09
4) 3.2	Paletizar: indirecto - 3 paletes – 2º Nível	1,18	1,18	1,18
4) 4.1	Paletizar: indirecto - 4 paletes – 1º Nível	1,09	1,09	1,09
4) 4.2	Paletizar: indirecto - 4 paletes – 2º Nível	1,18	1,18	1,18
4) 5.1	Paletizar: indirecto - 5 paletes – 1º Nível	-	1,18	1,18
4) 5.2	Paletizar: indirecto - 5 paletes – 2º Nível	-	1,18	1,18
4) 6.1	Paletizar: indirecto - 6 paletes – 1º Nível	-	-	1,18
4) 6.2	Paletizar: indirecto - 6 paletes – 2º Nível	-	-	1,18

b) Discussão de resultados (passo 5)

Da análise da Tabela 4.36 e da Tabela 4.37 verifica-se que praticamente todas as sub-tarefas têm valores de risco potencial R superiores a 1. O valor mais elevado de R (1,18) registou-se nos trabalhadores Nº1, 3 e 4 quando executavam as sub-tarefas 4) Paletizar: indirecto, na amplitude vertical compreendida entre 80-132 cm. De acordo com Mital (1999), os valores de R superiores a 1 indicam que a execução das sub-tarefas ultrapassa as capacidades dos trabalhadores, estando estes mais expostos à ocorrência de lesões, em particular lombalgias. Assim, com o objetivo de reduzir o risco de lesões, é recomendado o redesign das sub-tarefas da T1 do ponto de vista ergonómico, de modo a que o risco potencial R seja inferior a 1.

Comparando o risco potencial R entre as sub-tarefas do tipo elevar/baixar e as sub-tarefas do tipo transportar (2) Transporte direto/indirecto) verifica-se que a de transportar apresenta na grande maioria dos casos um R inferior.

Destas duas tabelas também se verifica que o risco potencial R é igual entre os trabalhadores que executam a mesma sub-tarefa de elevar/baixar. Estes resultados indicam que o Guia de Mital não foi sensível/capaz de distinguir as diferenças das características antropométricas dos trabalhadores que foram registadas noutras metodologias, como por exemplo na NIOSH'91 ou no Modelo CLM, através de variáveis como a distância horizontal (H), a distância vertical (V) ou o deslocamento vertical (D). A falta de sensibilidade na distância horizontal tem a ver com o

facto do Guia de Mital considerar para este parâmetro a dimensão da carga no plano sagital do trabalhador, em vez da distância horizontal entre as mãos e a linha vertical que passa pelos tornozelos, como utilizam as outras duas metodologias. A falta de sensibilidade na distância/deslocamento vertical é devido à mesma amplitude vertical abranger diferentes distâncias/deslocamentos verticais percorridos.

Em relação aos valores dos multiplicadores de ajustamento, conforme se pode observar pela Tabela 4.35, o multiplicador para a qualidade da pega da carga registou o valor mais penalizador (0,925) para as sub-tarefas da T1.

4.4.2. Aplicação do Guia de Mital na T2

a) Avaliação de risco

- **Passo 1**

Na Tabela 4.38 apresentam-se as sub-tarefas da T2 e os tipos de sub-tarefas que foram avaliadas em separado para cada trabalhador.

Para saber se a capacidade de trabalho dos trabalhadores foi ultrapassada num determinado número de paletes empilhadas e nível de caixas na paleta, a sub-tarefa 4) Paletizar: MEF 12 do método de trabalho I e a sub-tarefa 2) Paletizar: MEF 14 do método de trabalho II foram divididas à semelhança do realizado para a T1.

Tabela 4.38 - Sub-tarefas, tipos de sub-tarefas da T2 avaliados pelo Guia de Mital

Métodos de trabalho na T2	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas
I ¹ .	1, 2, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar
		2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	Elevar/baixar
		3) Transporte	Transportar
		4) Paletizar: MEF 12	Elevar/baixar
II ² .	5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar
		2) Paletizar: MEF 14	Elevar/baixar

1-Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12. 2-Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14.

O peso da carga é de 9,00 kg na sub-tarefa 1) Retirar da máquina – Mesa nº1 (métodos de trabalho I e II) e de 9,45 kg nas restantes sub-tarefas. A dimensão da carga no plano sagital é de 20 cm. As distâncias (horizontais) percorridas nas sub-tarefas dos métodos de trabalho I e II estão representadas respectivamente na Figura 3.17 e na Figura 3.16. As distâncias verticais

percorridas em cada sub-tarefa , para cada trabalhador, serão apresentadas individualmente mais à frente.

As sub-tarefas têm uma duração de 8 horas/turno de trabalho e uma frequência de 0,49 vezes/min.

- **Passo 2**

A avaliação da T2 foi realizada para acomodar nos postos de trabalho um percentil da população masculina de 75%, à semelhança do indicado para T1.

- **Passos 3 e 4**

Determinados os valores dos parâmetros necessários à avaliação de risco, foram calculadas a W_A , a W_R e o risco potencial R de cada sub-tarefa.

A título de exemplo, para o trabalhador N°1, calculou-se de forma detalhada a W_A , a W_R e o risco potencial R da sub-tarefa: 1) Retirar da máquina – Mesa nº1. Para esta sub-tarefa foram considerados os parâmetros com os seguintes valores:

- Percentil da população = 75% da população masculina;
- Peso da carga = 9,00 kg;
- Frequência da movimentação = 0,49 vezes/min.;
- Dimensão da carga (profundidade no plano sagital) = altura do rolo = 20 cm;
- Distância vertical percorrida pela carga = (ponto inicial da movimentação – ponto final da movimentação) = 100-91= 9 cm;
- Amplitude vertical para a distância vertical percorrida pela carga = 80-132 cm.

A partir destes valores determinou-se a W_A :

$$W_A = 9,00 \times 0,09 \times 0,49 = 0,40 \text{ kg.m/min}$$

De seguida determinou-se o peso recomendado para os seguintes parâmetros, através da tabela para a tarefas de elevar/baixar com duas mãos para o sexo masculino (Mital et al., 1997):

- Percentil da população = 75%;
- Amplitude vertical = 80-132 cm;
- Frequência da movimentação = 0,49 vezes/min.;
- Dimensão da carga = 20 cm.

Considerando na respetiva tabela o percentil 75%, a amplitude vertical entre 80-132 cm e a dimensão da carga de 34 cm (~20 cm), interpolou-se linearmente entre os pesos recomendados

para as frequências de 1 vez/min. e de 0,20 vezes/min., para se obter o peso recomendado para a frequência de 0,49 vezes/min. Da interpolação linear obteve-se um peso recomendado igual a 22,64 kg.

De seguida, o peso recomendado foi ajustado através dos diferentes multiplicadores considerados pelo Guia de Mital. Na Tabela 4.39 estão apresentados os dados recolhidos e os valores dos multiplicadores de ajustamento para a T2. Estes valores foram válidos para todos trabalhadores, visto as condições reais de trabalho terem sido iguais entre os eles.

Tabela 4.39 – Dados e valores dos multiplicadores de ajustamento - T2

Multiplicador de ajustamento	Dados	Valor do multiplicador
Multiplicador de duração da tarefa	8h	1,00
Multiplicador para limitação à postura de pé	De pé	1,00
Multiplicador para elevações assimétricas	0-30°	1,00
Multiplicador para assimetria da carga	0 cm	1,00
Multiplicador para a qualidade da pega	Pontos de apoio firmes para iniciar a elevação	1,00
Multiplicador para o espaço disponível para colocação da carga	> 30 mm	1,00
Multiplicador para o <i>stress</i> térmico	< 27°C	1,00

Obtido o peso recomendado e os valores dos multiplicadores de ajustamento, determinou-se a W_R :

$$W_R = 22,64 \times 0,09 \times 0,49 \times 1,00 \times = 1,00 \text{ Kg. m/min}$$

Determinadas as cadências de trabalho (W_A e W_R) calculou-se o respectivo risco potencial R:

$$R = \frac{W_A}{W_R} = \frac{0,40}{1,00} = 0,40 < 1,00$$

De maneira análoga calculou-se as cadências de trabalho e os riscos potenciais R para as restantes sub-tarefas do trabalhador N°1 e para os restantes trabalhadores. Os valores dos parâmetros de avaliação, os cálculos das cadências e os riscos potenciais R para a T2 estão disponíveis nas Tabelas E.9 - E.16 do Anexo E. Na Tabela 4.40 e na Tabela 4.41 estão resumidos os potenciais de risco R das sub-tarefas da T2, respetivamente para os trabalhadores com o método de trabalho I e para os trabalhadores com o método de trabalho II.

Tabela 4.40 - Risco potencial R das sub-tarefas da T2 - método de trabalho I

Sub-tarefas da T2 - Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12		Risco potencial R			
		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4
1)	Retirar da máquina – Mesa nº1	0,40	0,40	0,40	0,40
2)	Retirar da mesa nº1 – Transporte	0,42	0,42	0,42	0,42
3)	Transporte	0,36	0,36	0,36	0,36
4) 1.1	Paletizar: MEF 12 - 1 paleta – 1º Nível	0,40	0,40	0,40	0,40
4) 1.2	Paletizar: MEF 12 - 1 paleta – 2º Nível	0,40	0,40	0,40	0,40
4) 2.1	Paletizar: MEF 12 - 2 paletes – 1º Nível	0,40	0,40	0,40	0,40
4) 2.2	Paletizar: MEF 12 - 2 paletes – 2º Nível	0,40	0,40	0,40	0,40
4) 3.1	Paletizar: MEF 12 - 3 paletes – 1º Nível	0,40	0,40	0,40	0,40
4) 3.2	Paletizar: MEF 12 - 3 paletes – 2º Nível	0,42	0,42	0,42	0,42
4) 4.1	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 1º Nível	0,40	0,40	0,40	0,40
4) 4.2	Paletizar: MEF 12 - 4 paletes – 2º Nível	0,42	0,40	0,40	0,40
4) 5.1	Paletizar: MEF 12 - 5 paletes – 1º Nível	-	0,40	0,40	0,40
4) 5.2	Paletizar: MEF 12 - 5 paletes – 2º Nível	-	0,42	0,42	0,42
4) 6.1	Paletizar: MEF 12 - 6 paletes – 1º Nível	-	-	0,42	0,42
4) 6.2	Paletizar: MEF 12 - 6 paletes – 2º Nível	-	-	0,42	0,42

Tabela 4.41 - Risco potencial R das sub-tarefas da T2 - método de trabalho II

Sub-tarefas da T2 - Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14		Risco potencial R			
		Nº5	Nº6	Nº7	Nº8
1)	Retirar da máquina – Mesa nº1	0,40	0,40	0,40	0,40
2) 1.1	Paletizar: MEF 14 - 1 paleta – 1º Nível	0,38	0,38	0,38	-
2) 1.2	Paletizar: MEF 14 - 1 paleta – 2º Nível	0,38	0,38	0,38	-
2) 2.1	Paletizar: MEF 14 - 2 paletes – 1º Nível	0,38	0,38	0,38	0,38
2) 2.2	Paletizar: MEF 14 - 2 paletes – 2º Nível	0,38	0,38	0,38	0,38
2) 3.1	Paletizar: MEF 14 - 3 paletes – 1º Nível	0,38	0,38	0,38	0,38
2) 3.2	Paletizar: MEF 14 - 3 paletes – 2º Nível	0,42	0,42	0,42	0,42
2) 4.1	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 1º Nível	0,38	0,38	0,38	0,38
2) 4.2	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 2º Nível	0,42	0,42	0,42	0,42
2) 5.1	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 1º Nível	0,38	0,38	0,38	0,38
2) 5.2	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 2º Nível	0,42	0,42	0,42	0,42
2) 6.1	Paletizar: MEF 14 - 6 paletes – 1º Nível	-	-	-	0,42
2) 6.2	Paletizar: MEF 14 - 6 paletes – 2º Nível	-	-	-	0,42

b) Discussão de resultados (passo 5)

Pela observação da Tabela 4.40 e da Tabela 4.41 constata-se que as sub-tarefas têm valores de risco potencial R inferiores a 1. O valor mais elevado de R (0,42) registou-se quando os trabalhadores movimentavam a caixa na amplitude vertical compreendida entre 80-132 cm. De

acordo com Mital (1999), os valores de R inferiores a 1 indicam que a execução das sub-tarefas não ultrapassa as capacidades dos trabalhadores, não sendo provável a ocorrência de lesões, ou seja, não é necessária intervenção ergonómica.

Comparando o risco potencial R entre as sub-tarefas do tipo elevar/baixar e a sub-tarefa do tipo transportar (sub-tarefa 3) do método de trabalho I) observa-se que a de transportar apresenta um R inferior.

A partir destas duas tabelas também se constata que o risco potencial R é igual entre trabalhadores que executam a mesma sub-tarefa. Estes resultados demonstraram mais uma vez que o Guia de Mital não foi sensível/capaz de distinguir as diferenças das características antropométricas dos trabalhadores que foram registadas noutras metodologias através de variáveis como a distância horizontal, a distância vertical ou o deslocamento vertical. Por outro lado, a mesma amplitude vertical também abrangeu diferentes distâncias/deslocamentos verticais percorridos.

No que diz respeito aos multiplicados de ajustamento, nenhum se registou penalizador para a execução das sub-tarefas da T2 (Tabela 4.39).

4.5. KIM

Nesta secção as duas tarefas de MMC foram submetidas a avaliação de risco e a discussão dos resultados utilizando a metodologia KIM para tarefas de “Levantar, baixar ou deslocar”.

4.5.1. Aplicação do KIM na T1

a) Avaliação de risco

As sub-tarefas identificadas na Tabela 4.42 foram avaliadas em separado para cada trabalhador. No entanto, caso os dados recolhidos e os resultados obtidos para a mesma sub-tarefa tenham sido iguais entre os trabalhadores, são apresentados em conjunto.

I. Movimentação da bobina para a paleta de modo direto

Determinação da pontuação do tempo (P1)

Cada uma das sub-tarefas 1), 2) e 3) foi executada por cada trabalhador 101 vezes por dia de trabalho, o que correspondeu a uma pontuação (P1) igual a 4.

Determinação da pontuação da carga (P2)

Para qualquer uma das sub-tarefas e trabalhador, a carga efetiva teve um valor de 24,25 kg, o que correspondeu a uma pontuação da carga (P2) igual a 4.

Tabela 4.42 - Identificação das sub-tarefas da T1 e dos trabalhadores avaliados - KIM

Métodos de trabalho na T1	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas
I. Movimentação da bobina para a paleta de modo direto	2, 5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Transporte 2) Transporte direto 3) Paletizar: direto
II. Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto	1, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Transporte 2) Transporte indireto 3) Transporte indireto – Mesa nº2 4) Paletizar: indireto

Determinação da pontuação da postura e da posição da carga (P3)

Observadas a posição da carga e a postura corporal de cada trabalhador em cada sub-tarefa, constatou-se que as sub-tarefas 1) e 2) tiveram uma pontuação (P3) média igual a 1 para cada trabalhador, uma vez que durante a movimentação os trabalhadores tinham a bobina junto ao corpo e o tronco permanecia direito. Por outro lado, a postura corporal e a posição da carga observadas na sub-tarefa 3) corresponderam a uma pontuação (P3) média igual a 4 para cada trabalhador, devido a ter existido flexão para baixo e/ou para a frente durante a colocação da bobina na paleta.

Determinação da pontuação das condições de trabalho (P4)

A determinação da pontuação das condições de trabalho foi realizada para todas as sub-tarefas e para o conjunto dos trabalhadores, uma vez que foram executadas em dois postos de trabalho (PT MEF 12 e MEF 14) com condições semelhantes.

Observando as condições de trabalho registadas na secção 3.3 e comparando com as descritas na respetiva tabela do método KIM, obteve-se uma pontuação das condições de trabalho (P4) igual 0, que corresponde à descrição de “Boas condições ergonómicas”.

Avaliação: determinação da pontuação total de risco

A avaliação de cada sub-tarefa é realizada através da expressão (3.22):

$$\begin{aligned} \text{Pontuação total de risco} \\ = (\text{Pontuação da carga}(P2) + \text{Pontuação da postura e da posição da carga}(P3) \\ + \text{Pontuação das condições de trabalho}(P4)) \times \text{Pontuação do tempo}(P1) \end{aligned}$$

A pontuação de cada um dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), a pontuação total de risco e o nível de risco correspondente a cada uma das sub-tarefas executadas pelos trabalhadores estão listadas na Tabela 4.43. O nível de risco foi obtido mediante a consulta da tabela para o efeito e que está presente na descrição da metodologia (Tabela 3.21).

Tabela 4.43 - Pontuação dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), pontuação total de risco (PTR) e nível de risco de cada sub-tarefa para cada trabalhador – T1: método de trabalho I

Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	P1	P2	P3	P4	PTR	Nível de risco
2	1) Retirar da máquina – Transporte	4	4	1	0	20	2
	2) Transporte direto	4	4	1	0	20	2
	3) Paletizar: direto	4	4	4	0	32	3
5	1) Retirar da máquina – Transporte	4	4	1	0	20	2
	2) Transporte direto	4	4	1	0	20	2
	3) Paletizar: direto	4	4	4	0	32	3
6	1) Retirar da máquina – Transporte	4	4	1	0	20	2
	2) Transporte direto	4	4	1	0	20	2
	3) Paletizar: direto	4	4	4	0	32	3
7	1) Retirar da máquina – Transporte	4	4	1	0	20	2
	2) Transporte direto	4	4	1	0	20	2
	3) Paletizar: direto	4	4	4	0	32	3
8	1) Retirar da máquina – Transporte	4	4	1	0	20	2
	2) Transporte direto	4	4	1	0	20	2
	3) Paletizar: direto	4	4	4	0	32	3

Da análise da Tabela 4.43 verifica-se que tanto as sub-tarefas 1) e 2) têm uma pontuação total igual a 20, correspondente a um nível de risco “2”. Por outro lado, a sub-tarefa 3) obteve uma pontuação total igual a 32, correspondente a um nível de risco “3”. Estas duas pontuações são verificadas para todos os trabalhadores.

II. Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto

Determinação da pontuação do tempo (P1)

Cada uma das sub-tarefas 1), 2) e 3) e 4), foi executada por cada trabalhador 101 vezes por dia de trabalho, o que corresponde a uma pontuação (P1) igual a 4.

Determinação da pontuação da carga (P2)

Para qualquer uma das sub-tarefas e trabalhador, a carga efetiva teve um valor de 24,25 kg, o que corresponde a uma pontuação da carga (P2) igual a 4.

Determinação da pontuação da postura e da posição da carga (P3)

Observadas a posição da carga e a postura corporal de cada trabalhador em cada sub-tarefa, constatou-se que as sub-tarefas 1), 2) e 3) têm uma pontuação (P3) média igual a 1, dado que durante a movimentação, os trabalhadores tinham bobina junto ao corpo e o tronco permanecia direito. Na sub-tarefa 4) observou-se em cada um dos trabalhadores, uma flexão para baixo e/ou para frente durante a colocação da bobina na paleta, posturas essas, que correspondem a uma pontuação (P3) média igual a 4.

Determinação da pontuação das condições de trabalho (P4)

Uma vez que estes trabalhadores realizaram as sub-tarefas nos mesmos postos de trabalho (PT MEF 12 e PT MEF 14), as condições de trabalho foram iguais, ou seja, a pontuação das condições de trabalho (P4) tem um valor igual a 0.

Avaliação: determinação da pontuação total de risco

A avaliação de cada sub-tarefa foi realizada através da expressão indicada anteriormente. A pontuação de cada um dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), a pontuação total de risco e o nível de risco correspondente a cada uma das sub-tarefas executadas pelos trabalhadores são apresentadas na Tabela 4.44.

Tabela 4.44 - Pontuação dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), pontuação total do risco (PTR) e nível de risco de cada sub-tarefa para cada trabalhador – T1: método de trabalho II

Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	P1	P2	P3	P4	PTR	Nível de risco
1	1) Retirar da máquina – Transporte	4	4	1	0	20	2
	2) Transporte indireto	4	4	1	0	20	2
	3) Transporte indireto – Mesa nº2	4	4	1	0	20	2
	4) Paletizar: indireto	4	4	4	0	32	3
3	1) Retirar da máquina – Transporte	4	4	1	0	20	2
	2) Transporte indireto	4	4	1	0	20	2
	3) Transporte indireto – Mesa nº2	4	4	1	0	20	2
	4) Paletizar: indireto	4	4	4	0	32	3
4	1) Retirar da máquina – Transporte	4	4	1	0	20	2
	2) Transporte indireto	4	4	1	0	20	2
	3) Transporte indireto – Mesa nº2	4	4	1	0	20	2
	4) Paletizar: indireto	4	4	4	0	32	3

Da Tabela 4.44 verifica-se que as sub-tarefas 1), 2) e 3) têm uma pontuação total igual 20, correspondente a um nível de risco “2”. Em relação à sub-tarefa 4), verifica-se uma pontuação total igual a 32, correspondente a um nível de risco “3”.

b) Discussão de resultados

Para ambos os métodos de trabalho I e II, conforme se apresentou respectivamente na Tabela 4.43 e na Tabela 4.44, verificou-se que as pontuações dos indicadores chaves (P1, P2, P3 e P4) e a respetiva pontuação total do risco foram iguais entre os trabalhadores que executam as mesmas sub-tarefas. Para estes resultados contribuí o facto de serem iguais para todos os trabalhadores: o número de movimentações por dia de trabalho (P1), a carga efetiva (P2) e as condições de trabalho (P4). Por outro lado, as descrições da postura corporal e da posição da carga que estão presentes na respetiva tabela da P3 (Steinberg, 2012) foram um pouco imprecisas e abrangentes dentro do mesmo valor de pontuação, situação que levou a uma pontuação média igual entre os trabalhadores. Desta forma, o KIM não foi suficientemente sensível/capaz de distinguir as diferenças das características antropométricas dos trabalhadores, que foram registadas noutras metodologias como, por exemplo, na NIOSH’91 através de variáveis como a distância horizontal (H), a distância vertical (V) ou o deslocamento vertical (D). Analisando as pontuações dos indicadores chave constata-se que a pontuação do tempo, P1 igual a 4, foi a que mais contribuiu para as pontuações totais de risco.

De acordo com o KIM, as sub-tarefas que tiveram um nível de risco “2” provocam um aumento de carga física no trabalhador, existindo a probabilidade de desenvolvimento de sobrecarga física em trabalhadores com menor força física: com idade superior a 40 anos ou inferior a 21 anos, trabalhadores recém-admitidos no trabalho ou trabalhadores que sofrem de LMERT. Para este grupo de trabalhadores, é útil uma reconcepção do local de trabalho. As sub-tarefas que tiveram um nível de risco “3”, nomeadamente a 3) Paletizar: direto (no método de trabalho I) e a 4) Paletizar: indireto (no método de trabalho II), provocam um elevado aumento de carga física no trabalhador, em que existe a probabilidade de desenvolvimento de sobrecarga física em trabalhadores com força física “normal”. Nestes casos é recomendada reconcepção do local de trabalho.

4.5.2. Aplicação do KIM na T2

a) Avaliação de risco

Na Tabela 4.45 estão listadas as sub-tarefas que foram avaliadas em separado para cada trabalhador. Contudo, no caso dos dados recolhidos e dos resultados obtidos para a mesma sub-tarefa tenham sido iguais entre os trabalhadores, são apresentados em conjunto.

Tabela 4.45 - Identificação das sub-tarefas da T2 e dos trabalhadores avaliados - KIM

Métodos de trabalho na T2	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas
I. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12	1, 2, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Mesa nº1 2) Retirar da mesa nº1 – Transporte 3) Transporte 4) Paletizar: MEF 12
II. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14	5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Mesa nº1 2) Paletizar: MEF 14

I. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12

Determinação da pontuação do tempo (P1)

Cada uma das sub-tarefas 1- 4) foi executada por cada trabalhador 234 vezes por dia de trabalho, que correspondeu a uma pontuação (P1) igual a 6.

Determinação da pontuação da carga (P2)

Para a sub-tarefa 1), onde a carga efetiva foi de 9,00 kg, ou para as sub-tarefas 2), 3) e 4), onde a carga efetiva foi de 9,45 kg, a pontuação da carga (P2) teve um valor igual a 1.

Determinação da pontuação da postura e da posição da carga (P3)

Observadas a posição da carga e a postura corporal de cada trabalhador em cada sub-tarefa, verificou-se que as sub-tarefas 1), 2) e 3) tiveram uma pontuação (P3) média igual a 1, visto que durante a movimentação os trabalhadores tiveram a carga junto ao corpo e o tronco permaneceu direito. Na sub-tarefa 4) a posição da carga e a postura corporal observadas corresponderam a uma pontuação (P3) média igual a 4 para cada trabalhador, em consequência de ter existido flexão para baixo e/ou para a frente durante a colocação da caixa na paleta.

Determinação da pontuação das condições de trabalho (P4)

Para todas as sub-tarefas as pontuações das condições de trabalho (P4) foram iguais a 0, à semelhança do registado na T1.

Avaliação: determinação da pontuação total do risco

A avaliação de cada sub-tarefa foi realizada através da expressão indicada anteriormente. A pontuação de cada um dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), a pontuação total do risco e o nível de risco correspondente a cada uma das sub-tarefas executadas pelos trabalhadores estão disponíveis na Tabela 4.46.

Tabela 4.46 - Pontuação dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), pontuação total do risco (PTR) e nível de risco de cada sub-tarefa para cada trabalhador – T2: método de trabalho I

Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	P1	P2	P3	P4	PTR	Nível de risco
1	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	6	1	1	0	12	2
	2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	6	1	1	0	12	2
	3) Transporte	6	1	1	0	12	2
	4) Paletizar: MEF 12	6	1	4	0	30	3
2	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	6	1	1	0	12	2
	2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	6	1	1	0	12	2
	3) Transporte	6	1	1	0	12	2
	4) Paletizar: MEF 12	6	1	4	0	30	3
3	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	6	1	1	0	12	2
	2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	6	1	1	0	12	2
	3) Transporte	6	1	1	0	12	2
	4) Paletizar: MEF 12	6	1	4	0	30	3
4	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	6	1	1	0	12	2
	2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	6	1	1	0	12	2
	3) Transporte	6	1	1	0	12	2
	4) Paletizar: MEF 12	6	1	4	0	30	3

Da Tabela 4.46 verifica-se que as sub-tarefas 1), 2) e 3) apresentam uma pontuação total igual a 12, correspondente um nível de risco “2”. Para a sub-tarefa 4) a pontuação total foi igual a 30, correspondente a um nível de risco “3”.

II. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14

Determinação da pontuação do tempo (P1)

O número de movimentações executadas para cada sub-tarefa e por cada trabalhador no dia de trabalho foi igual a 234 vezes, correspondente a uma pontuação (P1) igual a 6.

Determinação da pontuação da carga (P2)

Para a sub-tarefa 1), onde a carga efetiva foi de 9,00 kg, ou para a sub-tarefa 2), onde a carga efetiva é de 9,45 kg, a pontuação da carga (P2) teve um valor igual a 1.

Determinação da pontuação da postura e da posição da carga (P3)

Para a sub-tarefa 1), a posição da carga e a postura corporal observadas para cada trabalhador corresponderam a uma pontuação (P3) média igual a 1, visto que durante a movimentação os

trabalhadores tinham o rolo junto ao corpo e o tronco permanecia direito. Na sub-tarefa 2) a posição da carga e a postura corporal observadas corresponderam a uma pontuação (P3) média igual a 4 para cada trabalhador, uma vez que existiu flexão para baixo e/ou para a frente durante a colocação da caixa na palete.

Determinação da pontuação das condições de trabalho (P4)

Para todas as sub-tarefas as pontuações das condições de trabalho (P4) foram iguais a 0, à semelhança do registado na T1.

Avaliação: determinação da pontuação total do risco

Na Tabela 4.47 apresentam-se as pontuações dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), a pontuação total do risco e o nível de risco correspondente a cada uma das sub-tarefas executadas pelos trabalhadores.

Tabela 4.47 - Pontuação dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4), pontuação total do risco (PTR) e nível de risco de cada sub-tarefa para cada trabalhador – T2: método de trabalho II

Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	P1	P2	P3	P4	PTR	Nível de risco
5	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	6	1	1	0	12	2
	2) Paletizar: MEF 14	6	1	4	0	30	3
6	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	6	1	1	0	12	2
	2) Paletizar: MEF 14	6	1	4	0	30	3
7	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	6	1	1	0	12	2
	2) Paletizar: MEF 14	6	1	4	0	30	3
8	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	6	1	1	0	12	2
	2) Paletizar: MEF 14	6	1	4	0	30	3

b) Discussão de resultados

Da análise da Tabela 4.46 e da Tabela 4.47 constata-se que as pontuações dos indicadores chave (P1, P2, P3 e P4) e a respetiva pontuação total do risco são iguais entre os trabalhadores que executam as mesmas sub-tarefas. Para estes resultados contribuíram: o número de movimentações por dia de trabalho (P1), a carga efetiva (P2) e as condições de trabalho (P4) serem iguais entre trabalhadores. No que diz respeito à pontuação da postura e posição da carga (P3), conforme referido na T1, as descrições presentes na tabela foram pouco precisas e abrangentes dentro do mesmo valor de pontuação, levando a pontuações médias iguais entre trabalhadores. Assim, o KIM não foi novamente suficientemente sensível/capaz de distinguir as diferenças das características antropométricas dos trabalhadores. Analisando as pontuações dos indicadores chave verifica-se que a pontuação do tempo, P1 igual a 6, foi a que mais contribuiu para as pontuações totais de risco.

Segundo o KIM, as sub-tarefas que tiveram um nível de risco “2” provocam um aumento de carga física no trabalhador, existindo a probabilidade de sobrecarga física em trabalhadores com menor força física, sendo por isso útil uma reconcepção do local de trabalho. As sub-tarefas que tiveram um nível de risco “3”, nomeadamente a 4) Paletizar: MEF 12 (método de trabalho I) e a 2) Paletizar: MEF 14 (método de trabalho II), provocam um elevado aumento de carga física no trabalhador, existindo a probabilidade de sobrecarga física em trabalhadores com força física “normal”. Para estes casos é recomendada a reconcepção do local de trabalho.

De notar que embora o KIM indique que à medida que a pontuação total do risco aumenta também aumenta o risco de sobrecarga física no trabalhador, deve ter-se em conta que os níveis de risco obtidos devem ser considerados apenas como orientações das condições de trabalho (Steinberg, 2012).

4.6. MAC

Nesta secção as duas tarefas de MMC foram submetidas a avaliação de risco e a discussão dos resultados utilizando a metodologia MAC.

Em função do tipo de cada uma das sub-tarefas (elevar/baixar ou transportar) que constituem a T1 e a T2, foi utilizado um dos guias de avaliação: I – Tarefas de elevar/baixar ou II – Tarefas de transportar (HSE, 2014b). Na Tabela 4.48 apresenta-se: a nomenclatura utilizada nesta avaliação para identificar os fatores de risco, os fatores de risco considerados em cada guia de avaliação e as letras utilizadas nos dois guias para identificar cada um desses fatores de risco.

Tabela 4.48– Fatores de risco considerados em cada guia de avaliação e nomenclatura utilizada para os identificar

Nomenclatura	Fatores de risco	Guia de avaliação	
		I – Elevar/baixar	II – Transportar
F1	Frequência e peso da carga	A	A
F2	Distância horizontal entre as mãos e a região lombar	B	B
F3	Região de elevação vertical	C	-
F4	Assimetria da carga/tronco	-	C
F5	Torção e inclinação lateral do tronco	D	-
F6	Constrangimentos à postura	E	D
F7	Qualidade da pega da carga	F	E
F8	Superfície do pavimento	G	F
F9	Outros fatores ambientais	H	G
F10	Distância de transporte	-	H
F11	Obstáculos no percurso	-	I

4.6.1. Aplicação do MAC na T1

a) Avaliação de risco

Na Tabela 4.49 estão identificados os tipos de sub-tarefas da T1 e em parêntesis o respetivo guia de avaliação utilizado.

Tabela 4.49 – Identificação dos tipos de sub-tarefas da T1 e o respetivo guia de avaliação utilizado

Métodos de trabalho na T1	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas (Guia de avaliação)
I. Movimentação da bobina para a paleta de modo direto	2, 5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)
		2) Transporte direto	Transportar (II)
		3) Paletizar: direto	Elevar/baixar (I)
II. Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto	1, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)
		2) Transporte indireto	Transportar (II)
		3) Transporte indireto – Mesa nº2	Elevar/baixar (I)
		4) Paletizar: indireto	Elevar/baixar (I)

Na Tabela 4.50 estão os dados recolhidos para as variáveis consideradas pelo F1. Estes dados foram válidos para todas as sub-tarefas. Os dados das variáveis para os restantes fatores de risco foram obtidos por comparação do pior cenário observado em cada sub-tarefa com as descrições das tabelas ou das figuras correspondentes que estão presentes no guia de avaliação adequado (HSE, 2014b).

Tabela 4.50 – Dados recolhidos para o F1 (Frequência e peso da carga) – T1

Fator de risco	Variáveis	Dados recolhidos
F1	Frequência (vezes/min.)	0,21
	Peso da carga (kg)	24,25

Na Tabela 4.51 e na Tabela 4.52 estão registadas as cores e as pontuações dos fatores de risco e a pontuação total de cada sub-tarefa da T1, respetivamente para o método de trabalho I e método de trabalho II.

Tabela 4.51 – Cores e pontuações correspondentes aos fatores de risco, pontuação total de cada sub-tarefa para cada trabalhador avaliado – T1: método de trabalho I

Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas (Guia utilizado)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	Pontuação total
2	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	2) Transporte direto	Transportar (II)	4	3	-	0	-	0	2	0	0	0	0	9
	3) Paletizar: direto	Elevar/baixar (I)	4	3	1	-	0	0	2	0	0	-	-	10
5	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	2) Transporte direto	Transportar (II)	4	3	-	0	-	0	2	0	0	0	0	9
	3) Paletizar: direto	Elevar/baixar (I)	4	3	1	-	0	0	2	0	0	-	-	10
6	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	2) Transporte direto	Transportar (II)	4	3	-	0	-	0	2	0	0	0	0	9
	3) Paletizar: direto	Elevar/baixar (I)	4	3	1	-	0	0	2	0	0	-	-	10
7	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	2) Transporte direto	Transportar (II)	4	3	-	0	-	0	2	0	0	0	0	9
	3) Paletizar: direto	Elevar/baixar (I)	4	3	1	-	0	0	2	0	0	-	-	10
8	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	2) Transporte direto	Transportar (II)	4	3	-	0	-	0	2	0	0	0	0	9
	3) Paletizar: direto	Elevar/baixar (I)	4	3	1	-	0	0	2	0	0	-	-	10

Tabela 4.52 – Cores e pontuações correspondentes aos fatores de risco, pontuação total de cada sub-tarefa para cada trabalhador avaliado – T1: método de trabalho II

Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas (Guia utilizado)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	Pontuação total
1	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	2) Transporte indireto	Transportar (II)	4	3	-	0	-	0	2	0	0	0	0	9
	3) Transporte indireto – Mesa nº2	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	4) Paletizar: indireto	Elevar/baixar (I)	4	3	1	-	0	0	2	0	0	-	-	10
3	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	2) Transporte indireto	Transportar (II)	4	3	-	0	-	0	2	0	0	0	0	9
	3) Transporte indireto – Mesa nº2	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	4) Paletizar: indireto	Elevar/baixar (I)	4	3	1	-	0	0	2	0	0	-	-	10
4	1) Retirar da máquina – Transporte	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	2) Transporte indireto	Transportar (II)	4	3	-	0	-	0	2	0	0	0	0	9
	3) Transporte indireto – Mesa nº2	Elevar/baixar (I)	4	3	0	-	0	0	2	0	0	-	-	9
	4) Paletizar: indireto	Elevar/baixar (I)	4	3	1	-	0	0	2	0	0	-	-	10

b) Discussão de resultados

Da análise da Tabela 4.51 e da Tabela 4.52 verifica-se que as cores e as pontuações dos fatores de risco, e consequentemente a pontuação total, são iguais entre os trabalhadores que executam as mesmas sub-tarefas. Esta igualdade pontual é justificada pelo facto do MAC, aquando da avaliação dos fatores de risco, não ter sido suficientemente sensível/capaz de distinguir as diferenças das características antropométricas dos trabalhadores que foram registadas noutras metodologias como, por exemplo, na NIOSH'91 através de variáveis como a distância horizontal (H), a distância vertical (V) ou o deslocamento vertical (D). A falta de sensibilidade do MAC resultou das descrições das figuras para os fatores de risco serem um pouco imprecisas e abrangentes dentro da mesma cor/pontuação.

- Método de trabalho I (Tabela 4.51)

Analisando as cores e as pontuações dos fatores de risco nas sub-tarefas 1), 2) e 3), verifica-se que o F7 foi o único fator de risco que registou um “Nível elevado de risco”, correspondente à cor “vermelha”. Segundo o MAC, para este nível de risco uma percentagem significativa da população trabalhadora está exposta a riscos de lesão, sendo, por isso, necessária intervenção ergonómica ao nível da qualidade da pega (F7). Por outro lado, as sub-tarefas 1) e 2) registaram um “Nível médio de risco”, correspondente à cor “âmbar”, nos fatores de risco F1 e F2. Para além destes fatores de risco, a sub-tarefa 3) também registou um “Nível médio de risco” no F3. Para este nível de risco é necessário analisar as sub-tarefas com maior atenção ao nível desses fatores, ou seja, da frequência e peso da carga manipulada (F1), da distância horizontal entre as mãos e a região lombar do trabalhador (F2) e da região de elevação vertical (F3).

Comparando as pontuações totais das sub-tarefas verifica-se que a sub-tarefa 3) tem a pontuação mais elevada (10) e um maior risco associado, devendo ser a primeira a ser submetida a intervenção ergonómica para diminuição desse risco.

- Método de trabalho II (Tabela 4.52)

Analisando as cores e as pontuações dos fatores de risco nas sub-tarefas 1 - 4), verifica-se que o F7 registou um “Nível elevado de risco” e o F1 e o F2 registaram um “Nível médio de risco”. Para além destes fatores, a sub-tarefa 4) também registou um “Nível médio de risco” no F3. De acordo com o MAC, para este nível de risco os fatores F1, F2 e F3 necessitam de ser analisados com maior atenção. Por outro lado, o F7 tem que ser sujeito a intervenção ergonómica uma vez que para este nível de risco uma percentagem significativa da população trabalhadora está exposta a riscos de lesão.

Comparando as pontuações totais entre sub-tarefas, constata-se que a sub-tarefa 4) tem uma pontuação mais elevada (10) e um maior risco associado, devendo ser a primeira a ser submetida a intervenção ergonómica para diminuição desse risco.

4.6.2. Aplicação do MAC na T2

a) Avaliação de risco

Na Tabela 4.53 estão identificados os tipos de sub-tarefas da T2 e em parêntesis o respectivo guia de avaliação utilizado.

Tabela 4.53 – Identificação dos tipos de sub-tarefas da T2 e o respectivo guia de avaliação utilizado

Métodos de trabalho na T2	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas (Guia de avaliação)
I. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12	1, 2, 3 e 4	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)
		2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	Elevar/baixar (I)
		3) Transporte	Transportar (II)
		4) Paletizar: MEF 12	Elevar/baixar (I)
II. Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14	5, 6, 7 e 8	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)
		2) Paletizar: MEF 14	Elevar/baixar (I)

Na Tabela 4.54 estão os dados recolhidos para as variáveis consideradas pelo F1. Estes dados foram válidos para todas as sub-tarefas. Os dados das variáveis para os restantes fatores de risco foram obtidos por comparação do pior cenário observado em cada sub-tarefa com as descrições da tabelas ou das figuras correspondentes que estão presentes no guia de avaliação adequado.

Tabela 4.54 - Dados recolhidos para o F1 (Frequência e peso da carga) – T2

Fator de risco	Variáveis	Dados recolhidos
F1	Frequência (vezes/min.)	0,49
	Peso da carga (kg)	<ul style="list-style-type: none"> 9,00 (sub-tarefa 1) dos métodos de trabalho I e II) 9,45 (restantes sub-tarefas)

Na Tabela 4.55 e na Tabela 4.56 estão registadas as cores e as pontuações dos fatores de risco e a pontuação total de cada sub-tarefa da T1, respetivamente para o método de trabalho I e o método de trabalho II.

Tabela 4.55 – Cores e pontuações correspondentes aos fatores de risco, pontuação total de cada sub-tarefa, para cada trabalhador avaliado – T2: método de trabalho I

Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas (Guia de avaliação)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	Pontuação total
1	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	3) Transporte	Transportar (II)	0	0	-	0	-	0	1	0	0	0	0	1
	4) Paletizar: MEF 12	Elevar/baixar (I)	0	3	1	-	0	0	1	0	0	-	-	5
2	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	3) Transporte	Transportar (II)	0	0	-	0	-	0	1	0	0	0	0	1
	4) Paletizar: MEF 12	Elevar/baixar (I)	0	3	1	-	0	0	1	0	0	-	-	5
3	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	3) Transporte	Transportar (II)	0	0	-	0	-	0	1	0	0	0	0	1
	4) Paletizar: MEF 12	Elevar/baixar (I)	0	3	1	-	0	0	1	0	0	-	-	5
4	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	2) Retirar da mesa nº1 – Transporte	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	3) Transporte	Transportar (II)	0	0	-	0	-	0	1	0	0	0	0	1
	4) Paletizar: MEF 12	Elevar/baixar (I)	0	3	1	-	0	0	1	0	0	-	-	5

Tabela 4.56 – Cores e pontuações correspondentes aos fatores de risco, pontuação total de cada sub-tarefa, para cada trabalhador avaliado – T2: método de trabalho II

Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	Tipos de sub-tarefas (Guia de avaliação)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	Pontuação total
5	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	2) Paletizar: MEF 14	Elevar/baixar (I)	0	3	1	-	0	0	1	0	0	-	-	5
6	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	2) Paletizar: MEF 14	Elevar/baixar (I)	0	3	1	-	0	0	1	0	0	-	-	5
7	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	2) Paletizar: MEF 14	Elevar/baixar (I)	0	3	1	-	0	0	1	0	0	-	-	5
8	1) Retirar da máquina – Mesa nº1	Elevar/baixar (I)	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	-	1
	2) Paletizar: MEF 14	Elevar/baixar (I)	0	3	1	-	0	0	1	0	0	-	-	5

b) Discussão de resultados

Da análise da Tabela 4.55 e da Tabela 4.56 verifica-se que as cores e as pontuações dos fatores de risco, e consequentemente a pontuação total, são iguais entre os trabalhadores que executam as mesmas sub-tarefas. Conforme referido anteriormente, esta igualdade pontual é justificada pelo facto do MAC não ter sido suficientemente sensível/capaz de distinguir as diferenças das características antropométricas dos trabalhadores, em resultado das descrições das figuras para fatores de risco não serem muito rigorosas e serem um pouco abrangentes dentro da mesma cor/pontuação.

- **Método de trabalho I (Tabela 4.55)**

Analisando os resultados das sub-tarefas 1-4), verifica-se que em todas elas se registou um “Nível médio de risco” no F7. Para além desse fator de risco, a sub-tarefa 4) também registou um “Nível médio de risco” no F2 e no F3.

- **Método de trabalho II (Tabela 4.56)**

Pela tabela verifica-se que sub-tarefa 1) registou um “Nível médio de risco” no F7, ao passo que a sub-tarefa 2) registou o mesmo nível de risco no F2, F3 e F7.

Segundo o MAC, quando os fatores apresentam “Nível médio de risco”, correspondente à cor “âmbar”, é necessário analisar as sub-tarefas com maior atenção em particular nesses fatores. Comparando as pontuações totais das sub-tarefas para cada método de trabalho, verifica-se que a sub-tarefa 4) do método de trabalho I (Tabela 4.55) e a sub-tarefa 2) do método de trabalho II (Tabela 4.56) registaram as pontuações mais elevadas (5 cada uma). De acordo com o MAC, estas sub-tarefas apresentam maior risco associado e devem ser as primeiras a ser analisadas com maior atenção e, caso necessário, sujeitas a intervenção ergonómica nos fatores de risco referidos.

5. Comparação e discussão dos resultados e medidas de intervenção ergonómica

Neste capítulo são comparados e discutidos os resultados obtidos pelas várias metodologias. Posteriormente, em função dos resultados obtidos, é avaliado o efeito da implementação de algumas medidas de intervenção ergonómica com o objetivo de eliminar ou pelo menos reduzir o risco das tarefas de MMC.

5.1. Comparação e discussão dos resultados

Uma vez que as metodologias utilizadas apresentam diferentes escalas numéricas, expressam resultados em diferentes níveis de risco e têm diferentes interpretações de resultados, para facilitar a comparação de resultados entre metodologias adaptou-se o método usado no estudo do HSE (2002). O método pode dividir-se em 2 fases, conforme se descreve de seguida:

1) Definição dos níveis de risco

As escalas das metodologias foram convertidas/uniformizadas numa única escala constituída por 4 categorias de nível de risco (Tabela 5.1) à semelhança da utilizada no método MAC (HSE, 2014b).

Tabela 5.1 – Níveis de risco da escala

Nível de risco	Descrição
1- Baixo	Não é necessária intervenção ergonómica
2- Médio	É necessária intervenção ergonómica num futuro próximo
3- Elevado	É necessária intervenção ergonómica o mais rapidamente possível
4- Muito elevado	É necessária intervenção ergonómica imediatamente

2) Adaptação das escalas

Para se adaptar as escalas às 4 categorias de nível de risco foram primeiro estudadas/comparadas as interpretações das metodologias aos valores das respetivas escalas. No MAC e na NIOSH'91 utilizou-se a adaptação feita no estudo do HSE (2002). No Modelo CLM e nos Modelos de Shoaf a adaptação foi feita por agregação de vários valores da escala utilizada nestas metodologias, tendo como base a interpretação da “segurança” da tarefa. No caso do KIM como este apresenta 4 níveis de risco fez-se uma adaptação direta. O Guia de Mital indica que para uma tarefa que registe um risco potencial R superior a 1 existe a probabilidade de desenvolvimento de lesões, em particular lombalgias. No entanto, segundo Mital (1999) a redução do R para valores iguais a 1 ou “inferiores” não garante que não ocorram lesões. Desta

forma, converteu-se apenas em 3 categorias de risco, estabelecendo-se para o “nível de risco baixo” um valor $R \leq 0,85$ de modo a proteger/salvaguardar os trabalhadores do risco. A adaptação das escalas das 6 metodologias às categorias de risco está disponível na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Adaptação das escalas das 6 metodologias às 4 categorias do nível de risco

Nível de risco	NIOSH'91	Modelo CLM	Modelos de Shoaf	Guia de Mital	KIM	MAC
1 - Baixo	$0 \leq CLI < 1$	$0 \leq IPSE < 4$	$0 \leq IPS < 4$	$R \leq 0,85$	$PTR < 10$	$0 \leq PT \leq 4$
2 - Médio	$1 \leq CLI < 3$	$4 \leq IPSE < 7$	$4 \leq IPS < 7$	$0,85 < R \leq 1$	$10 \leq PTR < 25$	$5 \leq PT \leq 12$
3 - Elevado	$3 \leq CLI < 6$	$7 \leq IPSE < 9$	$7 \leq IPS < 9$	$R > 1$	$25 \leq PTR < 50$	$13 \leq PT \leq 20$
4 - Muito elevado	$CLI \geq 6$	$9 \leq IPSE \leq 10$	$9 \leq IPS \leq 10$	-	$PTR \geq 50$	$21 \leq PT \leq 31$

CLI – composite lifting index; IPSE – índice pessoal de segurança na elevação; IPS – índice pessoal de segurança; PTR – pontuação total de risco; PT – pontuação total.

Para facilitar a comparação de resultados entre metodologias foi calculado para cada metodologia o valor médio do conjunto dos trabalhadores e a partir desse valor foi atribuído o nível de risco. De notar que os resultados para cada trabalhador foram obtidos através da média aritmética ponderada (pela frequência) das sub-tarefas que cada um executa, exceção feita para a NIOSH'91 em que se utilizou o CLI. O CLI permitiu calcular a contribuição/efeito “cumulativo” do conjunto de sub-tarefas. Na Tabela 5.3 e na Tabela 5.4 encontram-se, respectivamente, os resultados da T1 e da T2, os níveis de risco correspondentes aos resultados médios obtidos e as interpretações dos resultados médios segundo cada metodologia. Na Figura 5.1 apresenta-se o gráfico onde se representa e compara o nível de risco da T1 e da T2 segundo as várias metodologias usadas neste estudo.

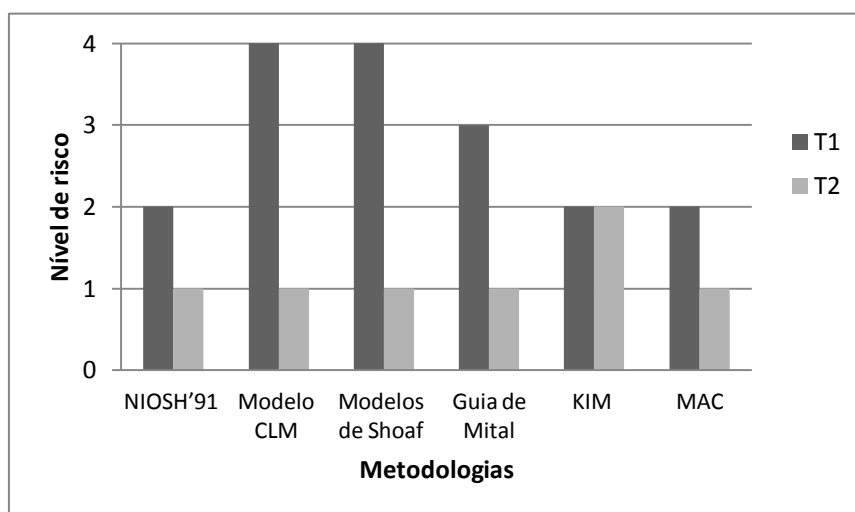


Figura 5.1 – Representação gráfica dos níveis de risco da T1 e da T2 calculados segundo as várias metodologias utilizadas

Tabela 5.3 – Resultados da T1, níveis de risco correspondentes aos resultados médios obtidos e interpretações dos resultados médios segundo as metodologias

	Resultados										
	Nº do trabalhador avaliado								Valor médio		
Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8			Nível de risco*
NIOSH'91	2,37	2,22	2,51	2,45	2,56	2,31	2,32	2,32	2,38	2	1 ≤ CLI < 3 – alguns trabalhadores que realizam a T1 estão em risco de desenvolvimento de lombalgias. A T1 deve ser submetida a uma intervenção ergonómica para reduzir ou eliminar esse risco através de medidas de controlo de engenharia e/ou medidas organizacionais.
Modelo CLM	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	-	9,5	9,5	4	IPSE = 9,5 – a T1 é classificada como uma tarefa “extremamente insegura”. É necessária intervenção ergonómica.
Modelos de Shoaf	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	4	IPS = 9,5 – a T1 é classificada como uma tarefa “extremamente insegura”. É necessária intervenção ergonómica.
Guia de Mital	1,1	1,1	1,1	1,11	1,09	1,09	1,08	1,09	1,10	3	R > 1 – a T1 deve ser submetida a intervenção ergonómica, uma vez que ultrapassa a capacidade dos trabalhadores e dessa forma estão mais expostos à ocorrência de lesões.
KIM	23	24	23	23	24	24	24	24	24	2	Nível de risco 2 – situação de aumento de carga física: provável sobrecarga física para pessoas com menor força física. Para esse grupo de pessoas, é útil uma reconcepção do local de trabalho.
MAC	9	9	9	9	9	9	9	9	9	2	No MAC a pontuação total não tem uma interpretação em especial, no entanto pode ser utilizada para dar prioridade às sub-tarefas que requerem mais atenção (pontuação mais elevada). A interpretação dos resultados deve ser feita através da cor e nível de risco que são obtidos pela avaliação de cada fator de risco da sub-tarefa (Tabela 4.51 e Tabela 4.52).

*De acordo com a Tabela 5.2

Tabela 5.4 - Resultados da T2, níveis de risco correspondentes aos resultados médios obtidos e interpretações dos resultados médios segundo as metodologias

	Resultados										
	Nº do trabalhador avaliado								Valor médio		
Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8			Nível de risco*
NIOSH'91	0,7	0,7	0,75	0,74	0,86	0,76	0,64	0,61	0,72	1	IE < 1 – A maioria dos trabalhadores que realizam a T2 não deve correr risco de lombalgias, não sendo por isso necessária intervenção ergonómica.
Modelo CLM	4,3	1,3	3,6	0,93	1,5	1,7	1,7	1,6	2,1	1	A T2 é considerada segura para valores de IPSE < 4. Não é necessária intervenção ergonómica.
Modelos de Shoaf	4,8	2,4	4,7	1,9	1,5	1,8	1,8	1,5	2,6	1	A T2 é considerada segura para valores de IPS < 4. Não é necessária intervenção ergonómica.
Guia de Mital	0,41	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,40	1	R < 1 – A T2 não ultrapassa a capacidade dos trabalhadores, não sendo provável a ocorrência de lesões nem necessária intervenção ergonómica.
KIM	17	17	17	17	21	21	21	21	19	2	Nível de risco 2 – situação de aumento de carga física: provável sobrecarga física para pessoas com menor força física. Para esse grupo de pessoas, é útil uma reconcepção do local de trabalho.
MAC	2	2	2	2	3	3	3	3	3	1	No MAC a pontuação total não tem uma interpretação em especial, no entanto pode ser utilizada para dar prioridade às sub-tarefas que requerem mais atenção (pontuação mais elevada). A interpretação dos resultados deve ser feita através da cor e nível de risco obtidos para cada fator de risco (Tabela 4.55 e Tabela 4.56).

*De acordo com a Tabela 5.2

Da análise das duas tabelas verifica-se que o nível de risco varia entre metodologias tanto na T1 como na T2. Na T1 o nível de risco variou mais, distribuindo-se por 3 níveis (2, 3 ou 4), ao passo que a T2 apresentou menor variação, entre o nível 1 e o nível 2. No entanto é consensual entre as metodologias que a T1 tem um risco mais elevado para os trabalhadores comparativamente com a T2. No caso da T1 todas as metodologias indicam a necessidade de uma intervenção ergonómica para eliminar ou reduzir o risco, enquanto para a T2 a maioria delas indicam que não é necessária intervenção ergonómica, embora o KIM indique que seja útil a reconcepção do local de trabalho.

Da Tabela 5.3 verifica-se que o Modelo CLM e os Modelos de Shoaf são as metodologias mais conservadoras, classificando a T1 com um nível de risco muito elevado (4). Estas duas metodologias descrevem a T1 como uma tarefa “extremamente insegura”. Esta situação deveu-se essencialmente ao fator de risco da duração da tarefa, que foi o mais penalizador. Da

Tabela 5.4 verifica-se que a metodologia KIM foi a mais penalizadora, classificando a T2 com um nível de risco médio (2). O Kim descreve a T2 como uma tarefa onde existe “...aumento de carga física: provável sobrecarga física para pessoas com menor força física”. No plano individual dos trabalhadores, o Modelo CLM e os Modelos de Shoaf consideram que a T2 pode representar um nível de risco médio (2) para os trabalhadores N°1 e 3.

Algumas metodologias, como são os casos do Guia de Mital, do KIM e do MAC, não conseguiram ter precisão/sensibilidade suficiente para distinguir as diferenças das características antropométricas/físicas dos trabalhadores, que se refletem nos valores de parâmetros/fatores de risco como por exemplo a distância horizontal e a distância/deslocamento vertical. Nestas três metodologias a falta de precisão/sensibilidade levou à obtenção de resultados iguais entre os trabalhadores quando executavam a mesma sub-tarefa. O KIM e o MAC também não permitiram avaliar individualmente as sub-tarefas de paletizar das duas tarefas, devido aos critérios de avaliação utilizados serem, respectivamente, o cenário médio e o pior cenário observados. Por esta razão, teve que ser avaliado o conjunto destas sub-tarefas que resultou em pontuações iguais entre trabalhadores. Em sentido inverso, a NIOSH’91, o Modelo CLM e os Modelos de Shoaf conseguiram distinguir as características antropométricas/físicas dos trabalhadores, levando a resultados diferentes entre os trabalhadores que executavam a mesma sub-tarefa. A diferença de precisão/sensibilidade entre metodologias pode ser verificada na Tabela 5.5, onde são comparados por exemplo os resultados obtidos para os trabalhadores N°5 e 7 quando executam a T2. Desta tabela constata-se que as sub-tarefas apresentam resultados diferentes para os dois trabalhadores quando são avaliadas pela NIOSH’91, pelo Modelo CLM e pelos Modelos de Shoaf, ao passo que no Guia de Mital, no MAC e no KIM os resultados são iguais entre os dois.

Tabela 5.5 – Comparação de resultados entre o trabalhador N°5 e o N°7 para a T2, nas metodologias selecionadas

Sub-tarefas da T2 - Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14		NIOSH'91		Modelo CLM		Modelos de Shoaf		Guia de Mital		KIM		MAC	
		N°5	N°7	N°5	N°7	N°5	N°7	N°5	N°7	N°5	N°7	N°5	N°7
1)	Retirar da máquina – Mesa nº1	0,73	0,54	N.A	N.A	1,3	1,5	0,40	0,40	12	12	1	1
2) 1.1	Paletizar: MEF 14 - 1 paleta – 1º Nível	0,77	0,57	N.A	N.A	2,6	3	0,38	0,38	30	30	5	5
2) 1.2	Paletizar: MEF 14 - 1 paleta – 2º Nível	0,70	0,52	N.A	N.A	1,5	1,8	0,38	0,38				
2) 2.1	Paletizar: MEF 14 - 2 paletes – 1º Nível	0,76	0,56	N.A	N.A	2,2	2,5	0,38	0,38				
2) 2.2	Paletizar: MEF 14 - 2 paletes – 2º Nível	0,69	0,51	N.A	N.A	1,4	1,7	0,38	0,38				
2) 3.1	Paletizar: MEF 14 - 3 paletes – 1º Nível	0,73	0,54	N.A	N.A	1,8	2,1	0,38	0,38				
2) 3.2	Paletizar: MEF 14 - 3 paletes – 2º Nível	0,69	0,51	N.A	N.A	1,4	1,7	0,42	0,42				
2) 4.1	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 1º Nível	0,69	0,51	N.A	N.A	1,4	1,7	0,38	0,38				
2) 4.2	Paletizar: MEF 14 - 4 paletes – 2º Nível	0,69	0,51	1,4	1,6	N.A	N.A	0,42	0,42				
2) 5.1	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 1º Nível	0,69	0,51	N.A	N.A	1,4	1,7	0,38	0,38				
2) 5.2	Paletizar: MEF 14 - 5 paletes – 2º Nível	0,70	0,52	1,5	1,7	N.A	N.A	0,42	0,42				
Valor médio		0,86	0,64	1,5	1,7	1,5	1,8	0,40	0,40	21	21	3	3

N.A – sub-tarefa não avaliada pela metodologia

A diferença de resultados ou dos níveis de risco entre metodologias verificada neste estudo, foi ao encontro do registado em estudos semelhantes como são os desenvolvidos por Marras et al. (1999), HSE (2002), Russell et al. (2007) e Marklin & Wilzbacher, (2010). Apesar das metodologias selecionadas neste estudo e nos estudos referidos terem objetivos em comum, como a avaliação do risco das tarefas de MMC e a sugestão de intervenção ergonómica para eliminar, ou pelo menos reduzir, o risco, as diferenças de resultados ou dos níveis de risco derivam das diferenças significativas entre metodologias ao nível dos critérios utilizados nas abordagens, dos tipos de tarefas avaliados, dos fatores de risco avaliados, da forma como analisam e avaliam os fatores de risco e do peso/impacto que cada fator de risco tem no risco da tarefa. Outra diferença encontrada entre metodologias foi a facilidade de aplicação para alcançar esses objetivos. Estas diferenças significativas entre as metodologias selecionadas neste estudo também foram identificadas no estudo realizado por (Colim, 2009) onde se pretendia classificar diversas metodologias com o objetivo de facilitar a sua escolha na avaliação de risco de tarefas

de MMC. Neste estudo as metodologias foram classificadas numericamente (Tabela 5.6) pela positiva, de 1 a 5, com base em 3 critérios adotados:

- Precisão da avaliação – tem a ver com o número médio de variáveis/fatores de risco que cada metodologia considera, sendo a precisão maior quanto maior for esse número;
- Facilidade de aplicação - está relacionada com o número médio de cálculos necessários, o número médio de variáveis consideradas e a necessidade de consultar gráficos ou tabelas;
- Definição da abrangência - considera a capacidade que cada metodologia tem em especificar a percentagem e tipo de população para o qual os seus resultados têm aplicação.

Tabela 5.6 - Classificação das metodologias segundo os 3 critérios (Adaptado de Colim, 2009)

Metodologia	Precisão da análise	Facilidade da aplicação	Definição da abrangência
NIOSH'91	4	2	1
Modelo CLM	5	1	4
Modelos de Shoaf	4	2	4
Guia de Mital	5	1	4
KIM	3	3	2
MAC	3	3	1

5.2. Medidas de intervenção ergonómica

De acordo com os resultados obtidos pelas metodologias, a T1 necessita de intervenção ergonómica com o objetivo de eliminar o risco ou pelo menos reduzir o risco para níveis aceitáveis de risco. No caso da T2 a maioria das metodologias indicou que não é necessária intervenção ergonómica. Desta forma foram sugeridas medidas de intervenção ergonómica apenas para a T1.

5.2.1. Redesign ergonómico e medidas administrativas

De seguida são apresentadas algumas medidas relacionadas com o redesign ergonómico da tarefa e com medidas administrativas. Estas medidas foram propostas tendo em conta os fatores de risco que mais contribuíram para o risco, as sub-tarefas com maior risco associado e a viabilidade da sua implementação na T1. Posteriormente foi avaliado o efeito da sua implementação na redução do risco para níveis de risco aceitáveis.

- Distância horizontal (H)

A minimização da H pode ser feita através da adoção da técnica de pegar a bobina na horizontal (Figura 4.2) em todas as sub-tarefas.

- Deslocamento vertical (D)

Nas sub-tarefas de paletizar, onde se verificaram os Ds mais elevados/penalizadores, a redução do D para valores aceitáveis (entre 0 e 25 cm) e que estão dentro da zona assinalada a verde-escuro da Figura 2.8, pode ser feita através do aumento da altura da superfície de trabalho (palete) onde se colocam as bobinas. Para isso pode recorrer-se a números fixos de paletes empilhadas que são recomendados para os trabalhadores (Tabela 5.7). Estes números tiveram em conta os dois níveis de bobinas na palete e foram obtidos a partir das distâncias verticais registadas nas sub-tarefas de paletizar.

Tabela 5.7- Números fixos de paletes empilhadas recomendados para cada trabalhador

Nºs fixos de paletes empilhadas recomendados	Nº do trabalhador avaliado
4	1 e 3
5	2, 4, 5, 6 e 7
6	8

- Qualidade da pega (P)

Para aumentar a P recomenda-se a instalação de pegas ou de recortes para colocar as mãos na parte de madeira da bobina.

- Duração da tarefa (DT)

A diminuição da duração da T1 pode ser feita através da rotação dos trabalhadores por outras tarefas/postos de trabalho fisicamente mais leves, permitindo assim aumentar o período de recuperação física e diminuir o tempo de exposição ao risco. Para testar o impacto desta medida, a duração da T1 foi reduzida de 8 para 4 horas/turno.

Os valores dos restantes parâmetros/fatores de risco mantiveram-se iguais aos registados na avaliação inicial, exceção feita para a frequência das sub-tarefas de paletizar que passou para 0,11 vezes/min. Este valor foi determinado através da expressão (4.1) para o cálculo da frequência (secção 4.1.1) tendo em conta os números fixos de paletes empilhadas recomendados para os trabalhadores e os dois níveis de bobinas na palete.

A avaliação do efeito destas medidas na redução do nível de risco foi feita pela NIOSH'91, o Modelo CLM e os Modelos de Shoaf. Estas três metodologias foram escolhidas por avaliarem em mais pormenor os fatores de risco acima referidos e/ou por serem as mais conservadoras, garantido assim a proteção/segurança dos trabalhadores.

Através da avaliação multitarefa da NIOSH'91 calcularam-se os STLI das sub-tarefas e o CLI da T1 para o conjunto dos oito trabalhadores. Os resultados destes índices para os trabalhadores com os métodos de trabalho I e para os trabalhadores com o método de trabalho II estão disponíveis, respetivamente na Tabela 5.8 e Tabela 5.9.

Tabela 5.8 – Valores dos STLIs e do CLI depois da intervenção ergonómica – método de trabalho I

Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto		Nº do trabalhador avaliado				
		2	5	6	7	8
Sub-tarefas		STLI	STLI	STLI	STLI	STLI
1)	Retirar da máquina – Transporte	1,71	1,98	1,76	1,82	1,76
2)	Transporte direto	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
3) 5.1	Paletizar: direto - 5 paletes – 1º Nível	1,70	1,96	1,77	1,81	-
3) 5.2	Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	1,70	1,96	1,77	1,81	-
3) 6.1	Paletizar: direto - 6 paletes – 1º Nível	-	-	-	-	1,79
3) 6.2	Paletizar: direto - 6 paletes – 2º Nível	-	-	-	-	1,79
CLI		1,77	2,05	1,83	1,88	1,85

N.A – não avaliada pela metodologia

Tabela 5.9 - Valores dos STLIs e do CLI depois da intervenção ergonómica – método de trabalho II

Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto		Nº do trabalhador avaliado		
		1	3	4
Sub-tarefas		STLI	STLI	STLI
1)	Retirar da máquina – Transporte	1,65	1,71	1,71
2)	Transporte indireto	N.A	N.A	N.A
3)	Transporte indireto – Mesa nº2	1,61	1,65	1,74
4) 4.1	Paletizar: indireto - 4 paletes – 1º Nível	1,58	1,65	-
4) 4.2	Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	1,58	1,65	-
4) 5.1	Paletizar: indireto - 5 paletes – 1º Nível	-	-	1,64
4) 5.2	Paletizar: indireto - 5 paletes – 2º Nível	-	-	1,64
CLI		1,76	1,82	1,85

N.A – não avaliada pela metodologia

Na Figura 5.2 apresenta-se um gráfico onde se representa e compara o CLI da T1, calculado para cada trabalhador, antes e depois da intervenção ergonómica. Do gráfico verifica-se que os valores do CLI diminuíram (em média 29%) depois da intervenção ergonómica, no entanto mantêm-se acima do limite de risco aceitável (CLI igual a 1). De acordo com Waters et al., (1994), os valores do CLI obtidos inserem-se na zona de risco “moderado/acrescido”, compreendida entre 1 e 3.

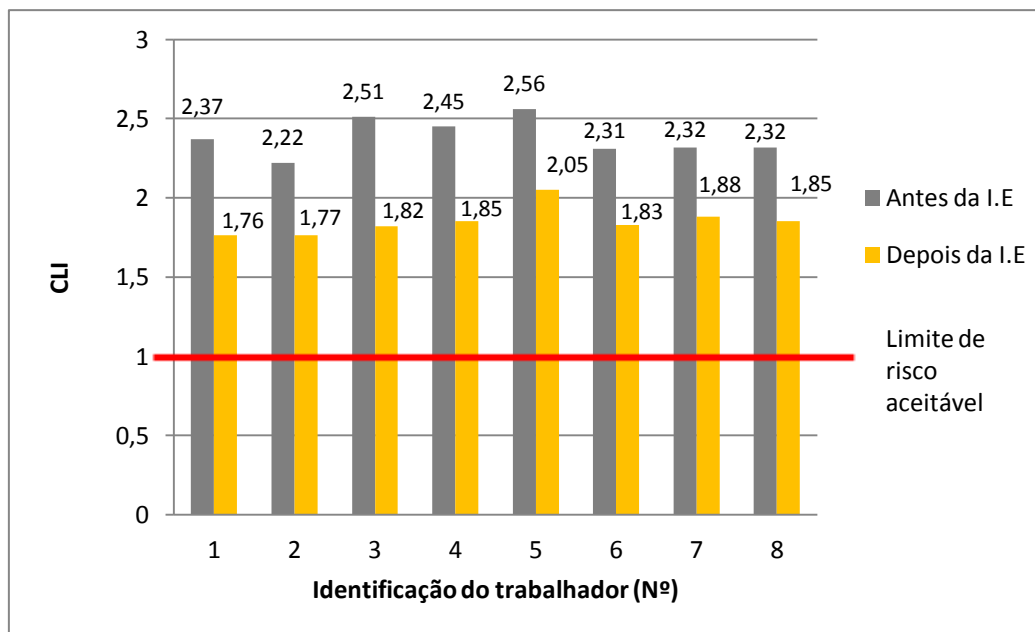


Figura 5.2 – Comparação do CLI da T1, para cada trabalhador, antes e depois da intervenção ergonómica (I.E) segundo a NIOSH'91

Utilizando os Modelos de Shoaf calculou-se os IPSs das sub-tarefas de baixar e de transportar para os trabalhadores com o método de trabalho I (Tabela 5.10) e método de trabalho II (Tabela 5.11). Por outro lado, as sub-tarefas que se verificaram ser do tipo elevar foram avaliadas pelo Modelo CLM, tendo sido determinado os respetivos IPSEs. Os resultados dos IPSEs para os trabalhadores com os métodos de trabalho I e II estão disponíveis, respectivamente, na Tabela 5.12 e na Tabela 5.13.

Tabela 5.10 – Valores dos IPSs das sub-tarefas depois da intervenção ergonómica – método de trabalho I

Método de trabalho I:		Nº do trabalhador avaliado				
Movimentação da bobina para a paleta de modo direto		2	5	6	7	8
Sub-tarefas		IPS	IPS	IPS	IPS	IPS
1)	Retirar da máquina – Transporte	9,1	7,9	N.A	9,5	N.A
2)	Transporte direto	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
3) 5.1	Paletizar: direto - 5 paletes – 1º Nível	9,1	7,9	8,6	9,5	-
3) 5.2	Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	N.A	N.A	N.A	N.A	-
3) 6.1	Paletizar: direto - 6 paletes – 1º Nível	-	-	-	-	9,5
3) 6.2	Paletizar: direto - 6 paletes – 2º Nível	-	-	-	-	N.A
Valor médio		9,2	8,4	9,1	9,5	9,5

N.A – não avaliada pela metodologia

Tabela 5.11 - Valores dos IPSs das sub-tarefas depois da intervenção ergonómica – método de trabalho II

Método de trabalho II:		Nº do trabalhador avaliado		
Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto		1	3	4
Sub-tarefas		IPS	IPS	IPS
1)	Retirar da máquina – Transporte	9,5	9,5	N.A
2)	Transporte indireto	9,5	9,5	9,5
3)	Transporte indireto – Mesa nº2	9,5	9,5	7,8
4) 4.1	Paletizar: indireto - 4 paletes – 1º Nível	9,5	9,5	-
4) 4.2	Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	N.A	N.A	-
4) 5.1	Paletizar: indireto - 5 paletes – 1º Nível	-	-	7,7
4) 5.2	Paletizar: indireto - 5 paletes – 2º Nível	-	-	N.A
Valor médio		9,5	9,5	8,3

N.A – não avaliada pela metodologia

Tabela 5.12 – Valores dos IPSEs das sub-tarefas depois da intervenção ergonómica – método de trabalho I

Método de trabalho I:		Nº do trabalhador avaliado				
Movimentação da bobina para a paleta de modo direto		2	5	6	7	8
Sub-tarefas		IPSE	IPSE	IPSE	IPSE	IPSE
1)	Retirar da máquina – Transporte	N.A	N.A	9,5	N.A	9,5
2)	Transporte direto	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
3) 5.1	Paletizar: direto - 5 paletes – 1º Nível	N.A	N.A	N.A	N.A	-
3) 5.2	Paletizar: direto - 5 paletes – 2º Nível	9,5	8,7	9,5	9,5	-
3) 6.1	Paletizar: direto - 6 paletes – 1º Nível	-	-	-	-	N.A
3) 6.2	Paletizar: direto - 6 paletes – 2º Nível		-	-	-	9,5
Valor médio		9,5	8,7	9,5	9,5	9,5

N.A – não avaliada pela metodologia

Tabela 5.13 – Valores dos IPSEs das sub-tarefas depois da intervenção ergonómica – Método de trabalho II

Método de trabalho II:		Nº do trabalhador avaliado		
Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto		1	3	4
Sub-tarefas		IPSE	IPSE	IPSE
1)	Retirar da máquina – Transporte	N.A	N.A	8,7
2)	Transporte indireto	N.A	N.A	N.A
3)	Transporte indireto – Mesa nº2	N.A	N.A	N.A
4) 4.1	Paletizar: indireto - 4 paletes – 1º Nível	N.A	N.A	-
4) 4.2	Paletizar: indireto - 4 paletes – 2º Nível	9,5	9,5	-
4) 5.1	Paletizar: indireto - 5 paletes – 1º Nível	-	-	N.A
4) 5.2	Paletizar: indireto - 5 paletes – 2º Nível	-	-	8,1
Valor médio		9,5	9,5	8,4

N.A – não avaliada pela metodologia

Da análise da Tabela 5.10 - Tabela 5.13 verifica-se que as sub-tarefas são classificadas como “muito inseguras” ou “extremamente inseguras” segundo a escala interpretativa utilizada pelas duas metodologias.

De seguida comparou-se os resultados entre metodologias utilizando a escala adotada neste trabalho (Tabela 5.2), conforme o procedimento descrito anteriormente. Na Tabela 5.14 encontram-se os resultados (médios) de cada trabalhador e os níveis de risco correspondentes aos valores médios do conjunto de trabalhadores, que foram obtidos antes e depois da intervenção ergonómica.

Tabela 5.14 – Resultados da T1, níveis de risco correspondentes aos resultados médios obtidos antes e depois da intervenção ergonómica (I.E)

		Resultados									
		Nº do trabalhador avaliado								Valor médio	Nível de risco*
Metodologias	I.E	1	2	3	4	5	6	7	8		
NIOSH'91	Antes	2,37	2,22	2,51	2,45	2,56	2,31	2,32	2,32	2,38	2
	Depois	1,76	1,77	1,82	1,85	2,05	1,83	1,88	1,85	1,85	2
Modelos de Shoaf	Antes	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	4
	Depois	9,5	9,2	9,5	8,3	8,4	9,1	9,5	9,5	9,1	4
Modelo CLM	Antes	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	-	9,5	9,5	4
	Depois	9,5	9,5	9,5	8,4	8,7	9,5	9,5	9,5	9,3	4

*De acordo com a Tabela 5.2;

Da análise da Tabela 5.14 verifica-se que tanto antes como depois da intervenção ergonómica, a NIOSH'91 classifica a T1 com um nível de risco médio (2) e o Modelo CLM e os Modelos de Shoaf classificam-na com um nível de risco muito elevado (4). Estes níveis de risco e a interpretação dos resultados obtidos pelas três metodologias indicam que continua a ser necessária intervenção ergonómica. Consequentemente devem ser analisados outros tipos de medidas que eliminem parcialmente (algumas sub-tarefas) ou totalmente o risco como é o caso do recurso à mecanização e automatização da T1.

5.2.2. Mecanização e automatização

Analisando as recomendações que algumas *guidelines* fazem para as tarefas de paletização manual de cargas, para as características das cargas movimentadas e para o espaço de trabalho disponível nos PTs em estudo, sugere-se a utilização de um empilhador de garfos manual e de

uma mesa elevatória-giratória fixa (HSE, 2013; Mack et al., 1995; NIOSH, 2007, 2015). O empilhador permitirá movimentar (elevar, baixar e/ou transportar) as bobinas desde o eixo de rotação da máquina D-750 até à paleta (Figura 5.3). A mesa permitirá regular em altura a superfície de trabalho (paleta) onde se colocam as bobinas e a sua rotação permitirá diminuir a distância percorrida (eixo-paleta) pelo empilhador. Com a utilização destes dois equipamentos mecânicos auxiliares o risco da T1 seria praticamente eliminado na sua totalidade, permanecendo apenas pequenas operações manuais pontuais, como por exemplo puxar a bobina do eixo de rotação da máquina D-750 para os garfos do empilhador ou inclinar a bobina dos garfos do empilhador para a colocar na mesa elevatória-giratória fixa. Outra alternativa para eliminar o risco total da T1 passa pela automatização da mesma através de um sistema de paletização automática ou de um sistema de movimentação de bobinas por vácuo.

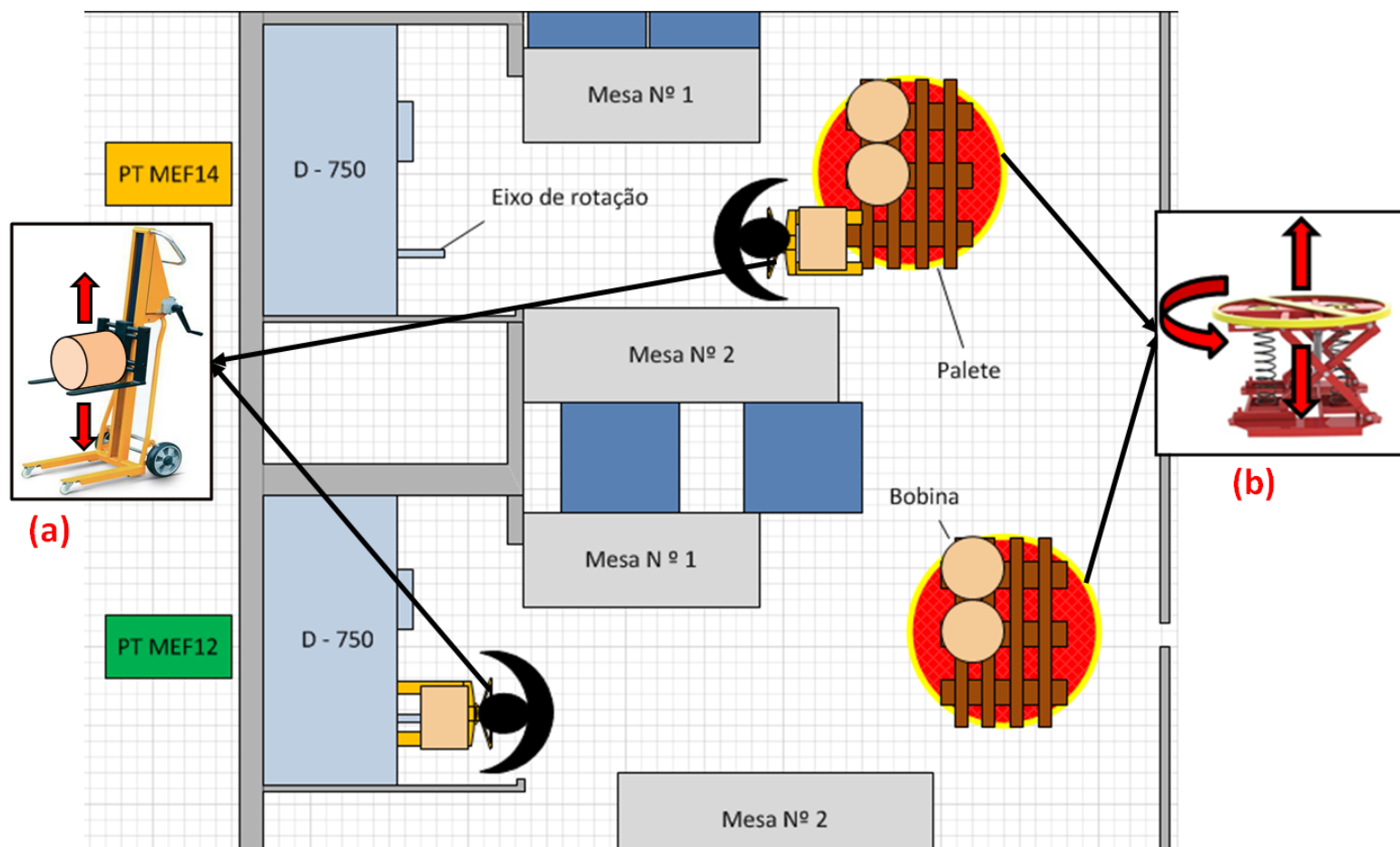


Figura 5.3 – Representação da utilização do (a) empilhador de garfos manual e da (b) mesa elevatória-giratória fixa, na movimentação das bobinas desde o eixo de rotação da máquina D-750 até à paleta no PT MEF 12 e no PT MEF 14

6. Conclusão e sugestões de trabalho futuro

Este capítulo tem como objetivo apresentar a conclusão obtida neste estudo. Posteriormente serão indicadas algumas limitações, bem como algumas sugestões de trabalho futuro a desenvolver na Empresa e na temática da MMC.

6.1. Conclusão

Neste estudo pretendia-se realizar uma análise e avaliação de risco de duas tarefas de MMC (T1 e T2) que são executadas em dois postos de trabalho (PT MEF 12 e PT MEF 14). Para essa análise e avaliação foram selecionadas seis metodologias do nível II de intervenção (EU-OSHA, 2014b): NIOSH'91, Modelo CLM, Modelos de Shoaf, Guia de Mital, KIM e MAC. A seleção foi feita com base em vários critérios: as características e complexidade das tarefas de MMC; os fatores de risco que as metodologias consideram; a informação que o *output* da metodologia fornece; o custo e o tempo exigidos na aplicação das mesmas.

Numa primeira fase do estudo, estas metodologias avaliaram o risco a que cada um dos oito trabalhadores está sujeito quando executa as duas tarefas. Para se efetuar a avaliação das duas tarefas, as mesmas foram decompostas em várias sub-tarefas de acordo com o indicado pelas metodologias. No geral, os resultados das metodologias indicaram que os trabalhadores têm risco de patologias ligadas à MMC, nomeadamente lombalgias, quando executam a T1 e não correm risco quando executam a T2. Dos resultados obtidos entre trabalhadores e entre metodologias não se chegou a um consenso na identificação do trabalhador que está mais exposto ao risco, uma vez que as metodologias selecionadas consideram diferentes fatores de risco e o peso/impacto dos fatores são diferentes entre elas. No entanto, os trabalhadores N°1 e N°5 podem estar em desvantagem para executar as tarefas de MMC e, ou, mais expostos ao risco de desenvolvimento de lombalgias devido a serem, respectivamente, o mais velho (44 anos) e o mais pesado ($IMC = 30,9 \text{ kg/m}^2$ – Obesidade grau I). A maioria das metodologias considerou que as sub-tarefas de “paletizar” (elevar/baixar) nos níveis mais próximos do solo apresentavam maior risco para os trabalhadores, em particular quando era colocada a carga no número mínimo de paletes empilhadas e no 1º nível de cargas na paleta. Contudo, para o Guia de Mital as sub-tarefas de elevar/baixar executadas na amplitude vertical entre 80-132 cm tiveram maior risco associado, ao passo que nos Modelos de Shoaf foram as sub-tarefas de transportar.

Na segunda fase do estudo, foram comparados e discutidos os resultados obtidos pelas diferentes metodologias na avaliação do risco global das duas tarefas. Para facilitar a

comparação entre metodologias, os resultados de cada metodologia foram convertidos/uniformizados numa única escala, constituída por 4 categorias de nível de risco: baixo, médio, elevado e muito elevado. Através da comparação de resultados verificou-se que o nível de risco varia entre metodologias tanto na T1 como na T2. Algumas metodologias, nomeadamente o Modelo CLM e os Modelos de Shoaf, foram mais conservadoras/protetoras dos trabalhadores, apresentando níveis de risco mais elevados.

A diferença de resultados e de níveis de risco entre metodologias deveu-se às diferenças significativas verificadas nos seguintes aspetos:

- Critérios utilizados nas abordagens;
- Tipos de tarefas avaliados (Tabela 3.10);
- Fatores de risco/parâmetros avaliados (Tabela 3.12);
- Na forma como analisam e avaliam os fatores de risco;
- Peso/impacto de cada fator de risco;
- Escalas de interpretação dos resultados.

Em resultado da revisão da bibliografia, da aplicação das metodologias, da comparação e da discussão de resultados nas duas tarefas, podem-se enumerar algumas vantagens e desvantagens para cada metodologia que estão descritas na Tabela 6.1. A partir destas vantagens e desvantagens, as metodologias podem ser recomendadas para avaliar o risco em diferentes situações que vão ser descritas de seguida.

Pela simplicidade, facilidade e rapidez de aplicação pode-se recomendar o KIM e o MAC para uma análise/avaliação de tarefas de MMC mais simples, para despistagem do risco de tarefas de MMC mais complexas e para a avaliação das condições ambientais e das condições do local de trabalho onde são executadas as tarefas. As tarefas de MMC simples são aquelas onde as suas características/parâmetros não se alteram significativamente, enquanto que as complexas são aquelas onde se alteram significativamente. A utilização em conjunto destas duas metodologias é particularmente útil nestes casos, uma vez que consideram fatores de risco diferentes, utilizam abordagens/critérios diferentes e avaliam de forma diferente as tarefas de MMC. Por um lado, o MAC avalia e atribui um nível de risco a cada fator de risco considerado, enquanto o KIM atribui um nível global de risco à tarefa. Outra vantagem da utilização em conjunto diz respeito ao facto de assim abrangerem a maioria dos tipos de tarefas de MMC: elevar, baixar, transportar, segurar, puxar e empurrar e a movimentação em equipa.

Por outro lado, devem ser utilizadas as metodologias mais precisas, sensíveis e complexas como são os casos do Guia de Mital, o Modelo CLM, os Modelos de Shoaf e a NIOSH'91, nas seguintes situações:

- Existem dúvidas nas metodologias observacionais, como são os casos do KIM e do MAC, dúvidas sobre o nível global de risco da tarefa ou o nível de risco dos fatores de risco, como por exemplo quando a pontuação de risco está no limiar de um nível de risco;
- As tarefas são complexas, como são os casos das tarefas de (des)paletização ou das tarefas que exigem controlo significativo;
- As tarefas são realizadas em posturas pouco comuns (Figura 6.1) e/ou com cargas pouco comuns (por exemplo: cargas assimétricas);
- É necessária informação detalhada da tarefa para por exemplo, modificações ergonómicas específicas;
- É necessária precisão e análise exaustiva dos dados da tarefa;
- É necessário salvaguardar/proteger ainda mais os trabalhadores do risco de lesões lombares.

O Guia de Mital é a metodologia seleccionada mais abrangente na avaliação de diferentes tipos de tarefas: elevar, baixar, transportar, segurar, puxar, empurrar com uma e duas mãos, tarefas que envolvam posturas pouco comuns e/ou cargas pouco comuns e tarefas executadas a alta frequência e com limite de tempo. Esta metodologia também possibilita escolher o percentil da população trabalhadora para a qual a tarefa vai ser projetada/avaliada.

O Modelo CLM e os Modelos de Shoaf complementam-se no tipo de tarefas que avaliam (Tabela 2.1) e por serem as metodologias mais conservadoras, devem ser utilizadas para garantir maior proteção de um grupo de trabalhadores ou um trabalhador em particular. Estes modelos, por serem muito precisos na avaliação dos fatores de risco e avaliarem fatores de risco pessoais como a idade e o peso corporal, permitem comparar o risco individual dos trabalhadores, comparar o risco de métodos/técnicas de trabalho na MMC e permitem recomendações ergonómicas ajustadas a cada um dos trabalhadores.

A NIOSH'91 é particularmente útil na avaliação de tarefas de elevar/baixar mais complexas como as de (des)paletizar ou as que exigem controlo significativo. Para além disso, a metodologia permite calcular o efeito “cumulativo” de um conjunto de tarefas de elevar/baixar, através do CLI, e hierarquiza de forma “automática” (através das fórmulas matemáticas) as tarefas em função da prioridade de intervenção ergonómica.

Tabela 6.1 – Vantagens e desvantagens de cada metodologia na avaliação do risco de tarefas de MMC

Metodologia	Vantagens	Desvantagens
NIOSH'91	<ul style="list-style-type: none"> Determina o risco associado ao efeito “cumulativo” de um conjunto de tarefas de elevar/baixar; A precisão da avaliação permite distinguir as diferenças das características antropométricas/físicas dos trabalhadores. 	<ul style="list-style-type: none"> Apenas avalia tarefas do tipo elevar/baixar; A avaliação do risco é demorada, complexa e requer preparação; Apresenta alguns pressupostos e limitações; Não considera/avalia parâmetros pessoais.
Modelo CLM	<ul style="list-style-type: none"> A precisão da avaliação permite distinguir as diferenças das características antropométricas/físicas dos trabalhadores; Avalia parâmetros pessoais como a idade, o sexo ou o peso do trabalhador; Avalia as condições ambientais (<i>stress</i> térmico). 	<ul style="list-style-type: none"> Apenas avalia tarefas do tipo elevar; A avaliação do risco é demorada, complexa e requer preparação.
Modelos de Shoaf	<ul style="list-style-type: none"> Avalia tarefas do tipo baixar, transportar, empurrar e puxar; Avalia parâmetros pessoais como a idade, o sexo ou o peso do trabalhador; Avalia as condições ambientais (<i>stress</i> térmico); A precisão da avaliação permite distinguir as diferenças das características antropométricas/físicas dos trabalhadores. 	<ul style="list-style-type: none"> Não avalia tarefas do tipo elevar; A avaliação do risco é demorada, complexa e requer preparação.
Guia de Mital	<ul style="list-style-type: none"> Metodologia muito abrangente. Avalia diversos tipos de tarefas de MMC (Tabela 2.1). Avalia o sexo do trabalhador e permite escolher o percentil da população trabalhadora para o qual se quer avaliar/projetar a tarefa; Avalia as condições ambientais (<i>stress</i> térmico). 	<ul style="list-style-type: none"> A avaliação do risco é demorada, complexa e requer preparação; Não é muito precisa a avaliar alguns parâmetros como por exemplo a distância horizontal, a distância vertical ou o deslocamento vertical; Não é muito específica no nível de risco.
KIM	<ul style="list-style-type: none"> A avaliação é simples, rápida e fácil; Avalia tarefas do tipo elevar, baixar, segurar, transportar, empurrar e baixar; Avalia as condições ambientais e as condições do local de trabalho; Avalia o sexo do trabalhador. 	<ul style="list-style-type: none"> A avaliação é algo subjetiva, não é muito precisa; Não é a mais adequada para tarefas de MMC complexas; Não considera/avalia a idade ou peso do trabalhador; Apenas avalia tarefas com duração de 8h/turno.
MAC	<ul style="list-style-type: none"> A avaliação é simples, rápida e fácil; Avalia tarefas do tipo elevar, baixar, transportar e movimentação em equipa; Avalia as condições ambientais e as condições do local de trabalho; O nível de risco é atribuído a cada fator de risco. 	<ul style="list-style-type: none"> A avaliação é algo subjetiva, não é muito precisa; Não é a mais adequada para tarefas de MMC complexas; Não considera/avalia parâmetros pessoais; Apenas avalia tarefas com duração de 8h/turno.

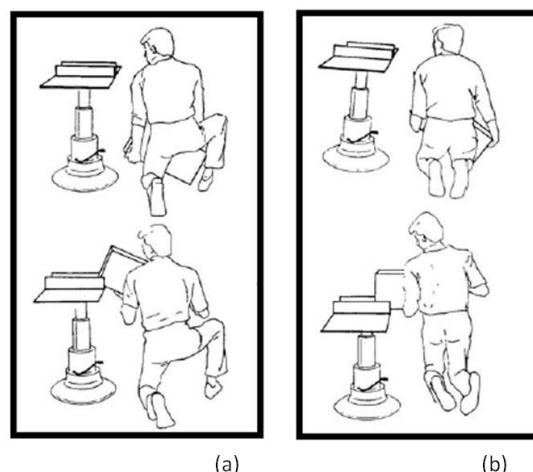


Figura 6.1 – Dois exemplos de tarefas em posturas pouco comuns: (a) elevação, com um joelho, de uma caixa, (b) elevação, com dois joelhos, de uma caixa (Fonte: (Mital et al., 1997))

A combinação e a comparação dos resultados obtidos pelas metodologias selecionadas demonstraram ser úteis na recomendação e validação de intervenções ergonómicas para eliminar ou reduzir o risco nas tarefas. Todas as metodologias indicam que a T1 precisa de intervenção ergonómica. Para a T2 a grande maioria das metodologias indica que não é necessária intervenção ergonómica, exceto o KIM e o MAC. O KIM associa algum risco de sobrecarga física nos trabalhadores quando executam as sub-tarefas de paletizar, indicando que pode ser útil uma reconcepção do local de trabalho em mais pormenor, enquanto que o MAC indica que as sub-tarefas de paletizar devem ser analisadas em mais pormenor ao nível da distância horizontal, do deslocamento vertical e da qualidade da pega. No entanto como estas duas metodologias demonstraram ser as menos precisas e mais subjetivas, foram utilizadas as restantes metodologias, mais precisas e menos subjetivas, para validar e dissipar as dúvidas em relação a estas sub-tarefas de paletizar da T2, as quais não identificaram risco associado.

Através da revisão da literatura relacionada com a intervenção ergonómica e dos resultados obtidos pelas metodologias, conseguiu-se identificar os fatores de risco e as sub-tarefas com maior risco e recomendar algumas intervenções ergonómicas para eliminar o risco da T1 ou reduzir o risco para níveis aceitáveis. Numa primeira fase, tentou-se intervir ao nível do redesign da T1, da adoção de boas práticas para a MMC e de medidas organizacionais, dando sugestões que atuavam em alguns fatores de risco como a distância horizontal, o deslocamento vertical, a qualidade da pega e a duração da tarefa. Estas intervenções atuaram principalmente nas sub-tarefas de paletizar, onde se verificou um risco mais elevado. No entanto, e segundo a reavaliação com a NIOSH'91, o Modelo CLM e Modelos de Shoaf, estas intervenções não foram suficientes na redução do risco da T1 para níveis de risco aceitáveis. Assim, numa segunda fase, recomendou-se uma intervenção ergonómica ao nível dos controlos/medidas de

engenharia através da aquisição de equipamentos mecânicos auxiliares, nomeadamente de um empilhador de garfos manual e de uma mesa elevatória-giratória fixa para cada posto de trabalho ou, em alternativa mas com maiores custos associados, a aquisição de um sistema de paletização automática ou de um sistema de movimentação de bobinas por vácuo. Tanto a mecanização como a automatização permitem eliminar o risco associado à T1. A quantificação dos benefícios da intervenção ergonómica na redução ou eliminação do risco, através dos resultados obtidos pelas metodologias, permite apresentar uma justificação válida às empresas para investirem nestas medidas de intervenção. No entanto, ainda é preciso fazer uma análise custo-benefício nas medidas sugeridas, que não foi feita neste trabalho.

Em termos globais, os objetivos deste estudo foram atingidos. Deste estudo também se pode concluir que nenhuma das metodologias é “ideal” para avaliar uma tarefa em particular ou todo o tipo de tarefas de MMC. Uma vez que existem diferenças significativas, diferentes vantagens e desvantagens, cada metodologia adequa-se a diferentes situações/propósitos. A utilização de várias metodologias demonstrou ser vantajosa a avaliar vários tipos de tarefas, a validar o nível de risco das tarefas e a identificar os fatores de risco que mais influenciam o risco, de modo a que sejam recomendadas medidas de intervenção ergonómica para eliminar ou reduzir o risco das tarefas. Conforme referido anteriormente na revisão bibliográfica, o avaliador deve fazer a seleção das metodologias com base nos objetivos do estudo, nas características e na complexidade das tarefas, na informação obtida a partir do *output* das metodologias, no custo, treino, conhecimento e tempo exigidos na aplicação de cada uma. Para saber as características e a complexidade das tarefas de MMC é essencial fazer uma caracterização da atividade de trabalho, que inclui por exemplo a caracterização das tarefas, das condições do local de trabalho e das condições ambientais.

A presente dissertação pretende trazer contribuições para:

- Ajudar na seleção da(s) metodologia(s);
- Divulgar e incentivar a utilização das metodologias de nível II no meio laboral;
- A análise crítica/comparativa de algumas das metodologias mais utilizadas na avaliação de risco de tarefas de MMC;
- A reformulação ou para o desenvolvimento de metodologias que ultrapassem as desvantagens, limitações e pressupostos mencionados.

6.2. Limitações do estudo

O estudo apresenta algumas limitações que devem ser tidas em conta. Dempsey & Mathiassen (2006) indicam que os utilizadores deste tipo de metodologias devem entender e aceitar que os

resultados gerados devem ser interpretados com alguma cautela, pois baseiam-se na estimativa do risco associado. Outro aspeto a reter, e referido anteriormente, é que qualquer uma das metodologias selecionadas não permite determinar os danos físicos concretos para um determinado indivíduo ou para uma exata percentagem da população trabalhadora, na qual uma tarefa tenha sido classificada como tendo um risco associado.

O facto da amostra em estudo estar reduzida a oito trabalhadores e a duas tarefas de MMC (associadas a dois tipos de cabos) pode ter condicionado algumas conclusões em relação às vantagens e desvantagens das metodologias. No entanto, para tentar ultrapassar esta limitação, recorreu-se também à revisão bibliográfica que incluiu a caracterização das metodologias e estudos comparativos entre algumas das metodologias utilizadas neste estudo.

Devido às metodologias só avaliarem determinados tipos de sub-tarefas e a comparação dos níveis de risco entre metodologias terem sido feitas a partir dos resultados médios das sub-tarefas, alguns níveis de risco podem ter sido sobrestimados ou subestimados. Contudo, em termos gerais, a interpretação dos resultados das sub-tarefas da T1 e da T2 por parte das metodologias demonstraram o mesmo padrão, ou seja, as sub-tarefas da T1 têm risco associado e as sub-tarefas da T2 não apresentam risco.

Por outro lado, embora a criação da escala “padrão” de níveis de risco (Tabela 5.1) tenha sido baseada em escalas de estudos semelhantes a este, as diferentes interpretações do risco e dos níveis de risco por parte das metodologias pode ter levado a uma adequação da adaptação das escalas (6) menos correta às categorias (4) do nível de risco da escala “padrão”.

Neste estudo não se associaram os resultados obtidos para cada trabalhador às queixas de desconforto ou dor reportada por estes. Esta associação podia ser interessante para estabelecer uma relação entre as queixas (e a intensidade dos sintomas) e o risco a que o trabalhador está exposto. No entanto, segundo Marras et al. (1999) existem trabalhos que apresentam níveis de risco elevados e não têm histórico de lombalgias devido a serem constituídos por trabalhadores que não são propícios ao desenvolvimento de lesões ou não se queixam. Hoogendoorn et al. (2000) indicam que alguns trabalhadores podem não se queixar devido a fatores psicossociais.

6.3. Sugestões de trabalho futuro

Deve ser feita uma análise custo-benefício sobre a implementação dos equipamentos mecânicos auxiliares ou da automatização referida. Os custos derivam da sua implementação e os benefícios derivam de um local de trabalho com menor risco de lesões, do aumento de produtividade, da diminuição do absentismo, de indemnizações, ou da rotação de trabalhadores

(Beevis, 2003; Goggins et al., 2008). Nesta análise devem estar envolvidos todos os intervenientes (trabalhadores, supervisores e chefias) de modo a maximizar a segurança, saúde e bem-estar dos trabalhadores, tal como a eficácia e eficiência de toda a atividade de trabalho. No entanto, a utilização dos referidos equipamentos mecânicos auxiliares não parece comprometer o ritmo de trabalho/produktividade uma vez que parece existir espaço de trabalho suficiente para os utilizar e a movimentação do empilhador pode ser feita enquanto a bobina está a ser enrolada no eixo da máquina. Na T2 também se revela útil a utilização da mesa elevatória-giratória fixa, visto que evita a flexão da coluna ao colocar as caixas na paleta (sub-tarefas de paletizar). Por outro lado, a implementação de sistemas automatizados deve ser estudada em maior detalhe dado que comporta custos e mudanças drásticas nos postos de trabalho (por exemplo: layout, métodos de trabalho, etc.). Caso estas medidas sejam implementadas, as duas tarefas devem ser novamente analisadas, avaliadas e monitorizadas de modo a saber se são efetivas na eliminação do risco e se não comprometem a produtividade. A Empresa também deve dar informação, formação e treino aos trabalhadores para garantir a sua segurança e a correta utilização dos equipamentos, e deve estar atenta às opiniões dos trabalhadores relativamente às modificações efetuadas.

Recomenda-se que a Empresa inclua no seu “Manual de Gestão: Sistema Integrado da Qualidade, Ambiente e Segurança” as metodologias KIM e MAC pela simplicidade, facilidade e rapidez de aplicação que demonstram na análise/avaliação de tarefas de MMC mais simples, na despistagem do risco de tarefas de MMC mais complexas e na avaliação das condições ambientais e das condições do local de trabalho onde são executadas estas tarefas. Por outro lado, a Empresa deve recorrer às metodologias mais precisas, sensíveis e complexas nas situações descritas anteriormente, sendo necessário pessoal com conhecimento na área da ergonomia para as utilizar de forma eficaz. Deve também estar presente e atualizada a formação, informação e treino dos trabalhadores em diversos aspetos como por exemplo: os riscos potenciais para a saúde derivados da incorreta MMC, as características das cargas movimentadas, técnicas corretas e adaptadas às tarefas MMC, os métodos de trabalho, a utilização de equipamentos mecânicos e/ou sistemas de automatização. Os trabalhadores devem estar envolvidos no desenvolvimento da formação, informação e treino.

No futuro a análise e avaliação de risco de tarefas de MMC pode ser estendida aos cabos que são embalados com menor frequência nestes dois postos de trabalho e a outros postos de trabalho onde sejam realizadas estas tarefas.

Apesar de muitas metodologias terem sido desenvolvidas para serem utilizadas pelas empresas, normalmente pelos técnicos de Segurança Higiene no Trabalho, algumas são mais úteis e adaptadas a pessoas com experiência na área da ergonomia e que têm conhecimento das

limitações e pressupostos das metodologias (Dempsey & Mathiassen, 2006). Assim, sugere-se que as metodologias de avaliação de risco, em particular as de Nível II de intervenção, devam conter informação clara sobre as vantagens, desvantagens/limitações e pressupostos. Desta forma seriam evitados erros de cálculo, de medição dos parâmetros, de interpretação dos resultados e de aplicação incorreta, contribuindo para uma maior frequência na utilização das metodologias por parte das empresas.

Por outro lado, podiam ser modificadas ou desenvolvidas metodologias que ultrapassem as desvantagens/limitações referidas, tendo como um dos principais objetivos a usabilidade, ou seja, serem simples, fáceis e rápidas de aplicar. Era também pertinente por parte da comunidade científica, o desenvolvimento de uma escala de nível de risco padronizada de modo a facilitar a equivalência entre os níveis de risco das diferentes escalas das metodologias.

Em termos de legislação, parece pertinente a mesma indicar alguns critérios que se devam seguir para uma eficaz seleção das metodologias e, se possível, sugerir algumas metodologias em função desses critérios.

Referências bibliográficas

- Adams, M. A., & Roughley, P. J. (2006). What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine*, 31(18), 2151–2161. <http://doi.org/10.1097/01.brs.0000231761.73859.2c>
- Aft, L. S. (2000). *Work Measurement & Methods Improvement*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ayoub, M. M., & Mital, A. (1989). *Manual Material Handling*. London: Taylor & Francis Group.
- Azevedo, R. (2010). *Acidentes em operações de movimentação manual de cargas na construção*. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Universidade do Minho. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/14034>
- Bartlett, D., Li, K., & Zhang, X. (2007). A relation between dynamic strength and manual materials-handling strategy affected by knowledge of strength. *Human Factors*, 49(3), 438–46. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17552308>
- Beevis, D. (2003). Ergonomics - Costs and Benefits Revisited. *Applied Ergonomics*, 34(5), 491–496. [http://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00068-1](http://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00068-1)
- Berry, C. (2010). A Guide to Manual Material Handling and Back Safety. *NC OSHA, North Carolina Department of Labor Occupational Safety and Health Program*. [http://doi.org/10.1016/0925-7535\(94\)90044-2](http://doi.org/10.1016/0925-7535(94)90044-2)
- Butler, H. L., Hubley-Kozey, C. L., & Kozey, J. W. (2007). Changes in trunk muscle activation and lumbar-pelvic position associated with abdominal hollowing and reach during a simulated manual material handling task. *Ergonomics*, 50(3), 410–425. <http://doi.org/10.1080/00140130601128081>
- CARIT. (2007a). Alivie a carga! Retrieved February 4, 2014, from [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/crc/PublicacoesElectronicas/Documents/Movimentação manual de cargas_geral.pdf](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/crc/PublicacoesElectronicas/Documents/Movimentação manual de cargas_geral.pdf)
- CARIT. (2007b). Alivie a carga! Prevenção das lombalgias no sector dos Transportes. Retrieved February 6, 2014, from [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/crc/PublicacoesElectronicas/Documents/Movimentação manual de cargas_transportes.pdf](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/crc/PublicacoesElectronicas/Documents/Movimentação manual de cargas_transportes.pdf)
- Ciriello, V. M., Maikala, R. V., Dempsey, P. G., & O'Brien, N. V. (2011). Gender differences in psychophysically determined maximum acceptable weights and forces for industrial workers observed after twenty years. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 84(5), 569–575. <http://doi.org/10.1007/s00420-010-0589-0>
- Ciriello, V. M., & Snook, S. H. (1995). The effect of back belts on lumbar muscle fatigue. *Spine*, 20(11), 1271–8; discussion 1278. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7660236>
- Clemes, S. a., Haslam, C. O., & Haslam, R. a. (2009). What constitutes effective manual handling training? A systematic review. *Occupational Medicine*, 60(2), 101–107. <http://doi.org/10.1093/occmed/kqp127>

- Colim, S. (2009). *Tarefas de Manipulação Manual de Cargas: Selecção de Métodos de Avaliação de Risco*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Humana, Universidade do Minho. Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10745>
- Corbeil, P., Plamondon, a., Teasdale, N., & Handrigan, G. (2013). Biomechanical differences between obese and healthy-weight workers in manual materials handling. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 57(1), 958–961. <http://doi.org/10.1177/1541931213571213>
- Craig, B. N., Congleton, J. J., Kerk, C. J., Lawler, J. M., & McSweeney, K. P. (1998). Correlation of injury occurrence data with estimated maximal aerobic capacity and body composition in a high-frequency manual materials handling task. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 59(1), 25–33. <http://doi.org/10.1080/15428119891010307>
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 55, 190–199. <http://doi.org/10.1093/occmed/kqi082>
- David, G., Woods, V., Li, G., & Buckle, P. (2008). The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics*, 39, 57–69. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2007.03.002>
- Davis, K. G., Marras, W. S., Heaney, C. A., Waters, T. R., & Gupta, P. (2002). The impact of mental processing and pacing on spine loading: 2002 Volvo Award in biomechanics. *Spine*, 27(23), 2645–53. <http://doi.org/10.1097/01.BRS.0000035263.63619.15>
- Davis, K. G., Marras, W. S., & Waters, T. R. (1998). Reduction of spinal loading through the use of handles. *Ergonomics*, 41(8), 1155–1168. <http://doi.org/10.1080/001401398186450>
- Davis, K., & Marras, W. (2005). Load spatial pathway and spine loading: how does lift origin and destination influence low back response? *Ergonomics*, 48(8), 1031–1046. <http://doi.org/10.1080/00140130500182247>
- Dempsey, P. G. (1999). Utilizing criteria for assessing multiple-task manual materials handling jobs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 405–416. [http://doi.org/10.1016/S0169-8141\(99\)00007-4](http://doi.org/10.1016/S0169-8141(99)00007-4)
- Dempsey, P. G., Burdorf, A., Fathallah, F. a., Sorock, G. S., & Hashemi, L. (2001). Influence of measurement accuracy on the application of the 1991 NIOSH equation. *Applied Ergonomics*, 32, 91–99. [http://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00026-0](http://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00026-0)
- Dempsey, P. G., Ciriello, V. M., Maikala, R. V., & O'Brien, N. V. (2008). Oxygen consumption prediction models for individual and combination materials handling tasks. *Ergonomics*, 51(11), 1776–1789. <http://doi.org/10.1080/00140130802331625>
- Dempsey, P. G., & Hashemi, L. (1999). Analysis of workers' compensation claims associated with manual materials handling. *Ergonomics*, 42(1), 183–195. <http://doi.org/10.1080/001401399185883>
- Dempsey, P. G., & Mathiassen, S. E. (2006). On the evolution of task-based analysis of manual materials handling, and its applicability in contemporary ergonomics. *Applied Ergonomics*, 37(1 SPEC. ISS.), 33–43. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.11.004>

- Dempsey, P. G., McGorry, R. W., & Maynard, W. S. (2005). A survey of tools and methods used by certified professional ergonomists. *Applied Ergonomics*, 36, 489–503. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.01.007>
- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W. S., & Van der Doelen, B. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55(4), 377–395. <http://doi.org/10.1080/00140139.2012.661087>
- EU-OSHA. (2007a). E-facts 14: Hazards and risks associated with manual handling in the workplace, 1–10. Retrieved from https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/en/publications/e-facts/efact14/E-fact_14_-_Hazards_and_risks_associated_with_manual_handling_in_the_workplace.pdf
- EU-OSHA. (2007b). E-facts 73: Perigos e riscos associados à movimentação manual de cargas no local de trabalho. Retrieved from https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/pt/publications/factsheets/73/Factsheet_73_-_Perigos_e_riscos_associados_a_movimentacao_manual_de_cargas_no_local_de_trabalho.pdf
- EU-OSHA. (2008). E-fact 44: Checklist for the prevention of manual handling risks, 1–13. Retrieved from https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/en/publications/e-facts/efact44/44_checklist_prevention_manual_handling.pdf
- EU-OSHA. (2014a). A Ferramenta KIM - Método Indicador Chave. Retrieved August 1, 2014, from <http://osha.lv/pt/topics/msds/slic/handlingloads/29.htm>
- EU-OSHA. (2014b). Handlingloads - Nível conceito. Retrieved February 4, 2014, from <http://osha.lv/pt/topics/msds/slic/handlingloads>
- EU-OSHA. (2014c). The MAC - Tool - Manual Handling Assessment Charts. Retrieved August 15, 2014, from <http://osha.lv/pt/topics/msds/slic/handlingloads/15.htm/20.htm>
- Eurofound (2007), Fourth European Working Conditions Survey, P. O. of the E. U., & Luxembourg. (2007). *Fourth European Working Conditions Survey. Context* (Vol. 2008). Retrieved from <http://www.eurofound.europa.eu/pubdocs/2006/98/en/2/ef0698en.pdf>
- Eurofound (2012), Fifth European Working Conditions Survey, Publications Office of the European Union, & Luxembourg. (2012). *Fifth European Working Conditions Survey: Overview Report*. <http://doi.org/10.2806/34660>
- Faber, G. S., Kingma, I., & van Dieën, J. H. (2011). Effect of initial horizontal object position on peak L5/S1 moments in manual lifting is dependent on task type and familiarity with alternative lifting strategies. *Ergonomics*, 54(1), 72–81. <http://doi.org/10.1080/00140139.2010.535019>
- Ferguson, S. a, Gaudes-MacLaren, L. L., Marras, W. S., Waters, T. R., & Davis, K. G. (2002). Spinal loading when lifting from industrial storage bins. *Ergonomics*, 45, 399–414. <http://doi.org/10.1080/00140130210123507>

- Gagnon, M. (2003). The efficacy of training for three manual handling strategies based on the observation of expert and novice workers. *Clinical Biomechanics*, 18(7), 601–611. [http://doi.org/10.1016/S0268-0033\(03\)00076-7](http://doi.org/10.1016/S0268-0033(03)00076-7)
- Gagnon, M. (2005). Ergonomic identification and biomechanical evaluation of workers' strategies and their validation in a training situation: Summary of research. *Clinical Biomechanics*, 20(6), 569–580. <http://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.03.007>
- Gagnon, M., Larrivé, a., & Desjardins, P. (2000). Strategies of load tilts and shoulders positioning in asymmetrical lifting. A concomitant evaluation of the reference systems of axes. *Clinical Biomechanics*, 15(7), 478–488. [http://doi.org/10.1016/S0268-0033\(00\)00009-7](http://doi.org/10.1016/S0268-0033(00)00009-7)
- Garg, A., Waters, T., Kapellusch, J., & Karwowski, W. (2012). Psychophysical basis for maximum pushing and pulling forces: A review and recommendations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(2), 281–291. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.09.005>
- Goggins, R. W., Spielholz, P., & Nothstein, G. L. (2008). Estimating the effectiveness of ergonomics interventions through case studies: Implications for predictive cost-benefit analysis. *Journal of Safety Research*, 39(3), 339–344. <http://doi.org/10.1016/j.jsr.2007.12.006>
- Granata, K. P., Marras, W. S., & Davis, K. G. (1997). Biomechanical assessment of lifting dynamics, muscle activity and spinal loads while using three different styles of lifting belt. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 12(2), 107–115. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11415679>
- Hidalgo, J., Genaidy, A., Karwowski, W., Christensen, D., Huston, R., & Stambough, J. (1997). A comprehensive lifting model: beyond the NIOSH lifting equation. *Ergonomics*, 40, 916–927. <http://doi.org/10.1080/001401397187748>
- Hoogendoorn, W. E., Bongers, P. M., de Vet, H. C. W., Ariëns, G. a M., van Mechelen, W., & Bouter, L. M. (2002). High physical work load and low job satisfaction increase the risk of sickness absence due to low back pain: results of a prospective cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*, 59(5), 323–328. <http://doi.org/10.1136/oem.59.5.323>
- Hoogendoorn, W. E., van Poppel, M. N., Bongers, P. M., Koes, B. W., & Bouter, L. M. (2000). Systematic review of psychosocial factors at work and private life as risk factors for back pain. *Spine*, 25(16), 2114–2125. <http://doi.org/10.1097/00007632-200008150-00017>
- Hoogendoorn, W. E., Van Poppel, M. N. M., Bongers, P. M., Koes, B. W., & Bouter, L. M. (1999). Physical load during work and leisure time as risk factors for back pain. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 25(5), 387–403. <http://doi.org/10.5271/sjweh.451>
- Hoozemans, M. J., van der Beek, a J., Frings-Dresen, M. H., van Dijk, F. J., & van der Woude, L. H. (1998). Pushing and pulling in relation to musculoskeletal disorders: a review of risk factors. *Ergonomics*, 41(6), 757–781. <http://doi.org/10.1080/001401398186621>
- HSE. (2002). Benchmarking of the Manual Handling Assessment Charts (MAC), 44(0), 1–49. Retrieved from http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2002/hsl02-31.pdf

- HSE. (2004). *Manual handling. Manual Handling Operations Regulations 1992 (as amended): Guidance on Regulations* (3rd ed.). HSE Books. Retrieved from <http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/l23.pdf>
- HSE. (2012). Manual handling at work: a brief guide. *HSE, Health and Safety Executive*, 1–10. Retrieved from <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg143.pdf>
- HSE. (2013). Making the best use of lifting and handling aids. *HSE, Health and Safety Executive*, 1–7. Retrieved from <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg398.pdf>
- HSE. (2014a). *Handling injuries in Great Britain, 2014*. Retrieved from <http://www.hse.gov.uk/statistics/causinj/handling-injuries.pdf>
- HSE. (2014b). *Manual Handling Assessment Charts (the MAC tool)*. *HSE, Health and Safety Executive* (2nd ed.). Retrieved from <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg383.pdf>
- IEA, I. E. A. (2015). What is Ergonomics - Definition and Domains of ergonomics. Retrieved April 5, 2015, from <http://www.iea.cc/whats/index.html>
- ISO. Standardization, I. O. for. (2003). *ISO 11228-1:2003 - Ergonomics - Manual handling - Part 1: Lifting and carrying*. Retrieved from http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=26520
- ISO. Standardization, I. O. for. (2007a). *ISO 11228-2:2007 - Ergonomics - Manual handling - Part 2: Pushing and pulling*. Retrieved from http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=26521
- ISO. Standardization, I. O. for. (2007b). *ISO 11228-3:2007 - Ergonomics - Manual handling - Part 3: Handling of low loads at high frequency* (1st ed.). Retrieved from http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=26522
- Kenny, G. P., Yardley, J. E., Martineau, L., & Jay, O. (2008). Physical work capacity in older adults: Implications for the aging worker. *American Journal of Industrial Medicine*, 51(8), 610–625. <http://doi.org/10.1002/ajim.20600>
- Kingma, I., Faber, G. S., & van Dieën, J. H. (2010). How to lift a box that is too large to fit between the knees. *Ergonomics*, 53(10), 1228–1238. <http://doi.org/10.1080/00140139.2010.512983>
- Klussmann, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H., & Rieger, M. a. (2010). The Key Indicator Method for Manual Handling Operations (KIM-MHO) - evaluation of a new method for the assessment of working conditions within a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(1), 272. <http://doi.org/10.1186/1471-2474-11-272>
- Knapik, G. G., & Marras, W. S. (2009). Spine loading at different lumbar levels during pushing and pulling. *Ergonomics*, 52(1), 60–70. <http://doi.org/10.1080/00140130802480828>
- Knapik, J. J., & Sharp, M. a. (1998). Task-specific and generalized physical training for improving manual- material handling capability. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22(3), 149–160. [http://doi.org/10.1016/S0169-8141\(97\)00003-6](http://doi.org/10.1016/S0169-8141(97)00003-6)

- Kumar, S., Lechelt, E. C., Narayan, Y., & Chouinard, K. (2000). Metabolic cost and subjective assessment of palletizing and subsequent recovery. *Ergonomics*, 43(6), 677–690. <http://doi.org/10.1080/001401300404661>
- Latza, U., Pfahberg, A., & Gefeller, O. (2002). Impact of repetitive manual materials handling and psychosocial work factors on the future prevalence of chronic low-back pain among construction workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 28(5), 314–323. <http://doi.org/10.5271/sjweh.680>
- Lavender, S. a., Andersson, G. B. J., Schipplein, O. D., & Fuentes, H. J. (2003). The effects of initial lifting height, load magnitude, and lifting speed on the peak dynamic L5/S1 moments. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31(1), 51–59. [http://doi.org/10.1016/S0169-8141\(02\)00174-9](http://doi.org/10.1016/S0169-8141(02)00174-9)
- Lavender, S. a., Marras, W. S., Ferguson, S. a., Splittstoesser, R. E., & Yang, G. (2012). Developing Physical Exposure-Based Back Injury Risk Models Applicable to Manual Handling Jobs in Distribution Centers. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 9(7), 450–459. <http://doi.org/10.1080/15459624.2012.688464>
- Leboeuf-Yde, C. (2000). Body weight and low back pain. A systematic literature review of 56 journal articles reporting on 65 epidemiologic studies. *Spine*, 25(2), 226–237. <http://doi.org/10.1097/00007632-200001150-00015>
- Lortie, M. (2012). Analysis of the circumstances of accidents and impact of transformations on the accidents in a beverage delivery company. *Safety Science*, 50(9), 1792–1800. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.04.008>
- Mack, K., Haslegrave, C. M., & Gray, M. I. (1995). Usability of manual handling aids for transporting materials. *Applied Ergonomics*, 26(5), 353–364. [http://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00056-9](http://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00056-9)
- Marklin, R. W., & Wilzbacher, J. R. (2010). Four assessment tools of ergonomics interventions: case study at an electric utility's warehouse system. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 60(6), 777–784. [http://doi.org/10.1202/0002-8894\(1999\)060<0777:FATOEI>2.0.CO;2](http://doi.org/10.1202/0002-8894(1999)060<0777:FATOEI>2.0.CO;2)
- Marras, W. S. (2000). Occupational low back disorder causation and control. *Ergonomics*, 43(7), 880–902. <http://doi.org/10.1080/001401300409080>
- Marras, W. S., Allread, W. G., Burr, D. L., & Fathallah, F. a. (2000). Prospective validation of a low-back disorder risk model and assessment of ergonomic interventions associated with manual materials handling tasks. *Ergonomics*, 43(11), 1866–1886. <http://doi.org/10.1080/00140130050174518>
- Marras, W. S., Davis, K. G., & Granata, K. P. (1998). Trunk muscle activities during asymmetric twisting motions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 8(4), 247–256. [http://doi.org/10.1016/S1050-6411\(98\)00011-X](http://doi.org/10.1016/S1050-6411(98)00011-X)
- Marras, W. S., Davis, K. G., Heaney, C. a, Maronitis, a B., & Allread, W. G. (2000). The influence of psychosocial stress, gender, and personality on mechanical loading of the lumbar spine. *Spine*, 25(23), 3045–3054. <http://doi.org/10.1097/00007632-200012010-00012>

- Marras, W. S., Davis, K. G., & Jorgensen, M. (2002). Spine loading as a function of gender. *Spine*, 27(22), 2514–2520. <http://doi.org/10.1097/00007632-200211150-00017>
- Marras, W. S., Fine, L. J., Ferguson, S. a., & Waters, T. R. (1999). The effectiveness of commonly used lifting assessment methods to identify industrial jobs associated with elevated risk of low-back disorders. *Ergonomics*, 42(1), 229–245. <http://doi.org/10.1080/001401399185919>
- Marras, W. S., Granata, K. P., Davis, K. G., Allread, W. G., & Jorgensen, M. J. (1997). Spine loading and probability of low back disorder risk as a function of box location on a pallet. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 7(4), 323–336. Retrieved from [http://biodynamics.osu.edu/publication\pdf\Int\NJ\Human\Factors\nin\Manuf,\n1997,\n7\(4\),\n323-336.pdf](http://biodynamics.osu.edu/publication\pdf\Int\NJ\Human\Factors\nin\Manuf,\n1997,\n7(4),\n323-336.pdf)
- Marras, W. S., Granata, K. P., Davis, K. G., Allread, W. G., & Jorgensen, M. J. (1999). Effects of box features on spine loading during warehouse order selecting. *Ergonomics*, 42(7), 980–996. <http://doi.org/10.1080/001401399185252>
- Marras, W. S., Parakkat, J., Chany, a. M., Yang, G., Burr, D., & Lavender, S. a. (2006). Spine loading as a function of lift frequency, exposure duration, and work experience. *Clinical Biomechanics*, 21(4), 345–352. <http://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.10.004>
- McDermott, H., Haslam, C., Clemes, S., Williams, C., & Haslam, R. (2012). Investigation of manual handling training practices in organisations and beliefs regarding effectiveness. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(2), 206–211. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.01.003>
- MESS. Ministério do Emprego e da Segurança Social. Decreto-Lei n.º 330/93, 25 de Setembro de 1993, relativo às prescrições mínimas de segurança e de saúde na movimentação manual de cargas (1993).
- Mital, a. (1999). Analysis of multiple activity manual materials handling tasks using A Guide to Manual Materials Handling. *Ergonomics*, 42(1), 246–257. <http://doi.org/10.1080/001401399185928>
- Mital, a, & Kumar, S. (1998). Human muscle strength definitions, measurement, and usage: part I- the scientific basis(knowledge base) for the guide. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22(1-2), 101–121.
- Mital, A., & Ramakrishnan, A. (1999). A comparison of literature-based design recommendations and experimental capability data for a complex manual materials handling activity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24(1), 73–80. [http://doi.org/10.1016/S0169-8141\(98\)00089-4](http://doi.org/10.1016/S0169-8141(98)00089-4)
- Mital, A; Nicholson, A. S; Ayoub, M. M. (1997). *A guide to manual materials handling*. (Taylor & Francis, Ed.) (2nd ed.). London.
- MSSS. Ministro da Solidariedade e Segurança Social. Séries Cronológicas: Acidentes de trabalho 2000 - 2008 (2008). Retrieved from http://www.gep.msess.gov.pt/estatistica/acidentes/seriesat_2000_2008.pdf
- Niebel, Benjamin W.;Freivalds, A. (2003). *Methods, standards, and work design* (11th ed.). Boston: McGraw-Hill.

- NIOSH, T. N. I. for O. S. and H. (1994). Workplace use of back belts: review and recommendations. Retrieved from <http://www.cdc.gov/niosh/docs/94-122/pdfs/94-122.pdf>
- NIOSH, T. N. I. for O. S. and H. (1997). Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors - A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back, (July 1997).
- NIOSH, T. N. I. for O. S. and H. (2007). Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling. Retrieved from <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-131/pdfs/2007-131.pdf>
- NIOSH, T. N. I. for O. S. and H. (2015). Ergonomic solutions for retailers: prevention of material handling injuries in the grocery sector. Retrieved from <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2015-100/pdfs/2015-100.pdf>
- Nunes, I. L. (2009). FAST ERGO_X - a tool for ergonomic auditing and work-related musculoskeletal disorders prevention. *Work (Reading, Mass.)*, 34(2), 133–48. <http://doi.org/10.3233/WOR-2009-0912>
- Nunes, I. M. do N. L. (2006). *Lesões Músculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho - Guia para avaliação de risco*. Lisboa: VERLAG DASHÖFER.
- Op De Beek, R., & Hermans, V. (2000). *Research on work-related low back disorders*. Retrieved from <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/reports/204>
- Paul, J. a., Van Dijk, F. J. H., & Frings-Dresen, M. H. W. (1994). Work load and musculoskeletal complaints during pregnancy. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 20(3), 153–159. <http://doi.org/10.5271/sjweh.1414>
- Plamondon, a., Delisle, A., Bellefeuille, S., Denis, D., Gagnon, D., & Larivière, C. (2013). Lifting strategies of expert and novice workers during a repetitive palletizing task. *Applied Ergonomics*, 45(3), 471–481. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.06.008>
- Plamondon, A., Denis, D., Delisle, A., Lariviere, C., & Salazar, E. (2010). Biomechanical differences between expert and novice workers in a manual material handling task. *Ergonomics*, 53(10), 1239–1253. <http://doi.org/10.1080/00140139.2010.513746>
- Potvin, J. R., & Bent, L. R. (1997). NIOSH equation horizontal distances associated with the Liberty Mutual (Snook) lifting table box widths. *Ergonomics*, 40(6), 650–655. <http://doi.org/10.1080/001401397187946>
- Russell, S. J., Winnemuller, L., Camp, J. E., & Johnson, P. W. (2007). Comparing the results of five lifting analysis tools. *Applied Ergonomics*, 38(1), 91–97. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.12.006>
- Shephard, R. J. (2010). Age and physical work capacity. *Experimental Aging Research*, 25(4), 331–343. <http://doi.org/10.1080/036107399243788>
- Shoaf, C., Genaidy, A., Karwowski, W., Waters, T., & Christensen, D. (1997). Comprehensive manual handling limits for lowering, pushing, pulling and carrying activities. *Ergonomics*, 40(11), 1183–1200. <http://doi.org/10.1080/001401397187432>

- Snook, S. H., & Ciriello, V. M. (1991). The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. *Ergonomics*, 34(9), 1197–213. <http://doi.org/10.1080/00140139108964855>
- SpineUniverse. (2015). Spinal Stenosis Center. Retrieved July 5, 2014, from <http://www.spineuniverse.com/conditions/spinal-stenosis>
- Splittstoesser, R. E., Yang, G., Knapik, G. G., Trippany, D. R., Hoyle, J. a., Lahoti, P., ... Marras, W. S. (2007). Spinal loading during manual materials handling in a kneeling posture. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17(1), 25–34. <http://doi.org/10.1016/j.jelekin.2005.12.003>
- Steinberg, U. (2012). New tools in Germany: Development and appliance of the first two KIM (“lifting, holding and carrying” and “pulling and pushing”) and practical use of these methods. *Work*, 41(1), 3990–3996. <http://doi.org/10.3233/WOR-2012-0698-3990>
- Takala, J. (2007). Lighten the load. *Magazine of the European Agency for Safety and Health at Work*, 10, 1–53. Retrieved from https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/en/publications/magazine/10/Magazine_10_-_Lighten_the_Load.pdf
- Van Der Beek, A. J., Mathiassen, S. E., Windhorst, J., & Burdorf, A. (2005). An evaluation of methods assessing the physical demands of manual lifting in scaffolding. *Applied Ergonomics*, 36(2), 213–222. <http://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.10.012>
- Violante, F., Armstrong, T., & Kilbom, A. (2000). *Occupational Ergonomics: Work Related Musculoskeletal Disorders of the Upper Limb and Back*. London: Taylor Francis.
- Waters, T., Anderson, V., & Garg, A. (1994). Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation. Retrieved from <http://www.cdc.gov/niosh/docs/94-110/>
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., & Baron, S. (1998). Methods for assessing the physical demands of manual lifting: a review and case study from warehousing. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 59(12), 871–81. <http://doi.org/10.1080/15428119891011045>
- Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics*, 36(7), 749–76. <http://doi.org/10.1080/00140139308967940>
- Waters, T., Yeung, S., Genaidy, a., Callaghan, J., Barriera-Viruet, H., & Deddens, J. (2006). Cumulative spinal loading exposure methods for manual material handling tasks. Part 1: is cumulative spinal loading associated with lower back disorders? *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 7(2), 113–130. <http://doi.org/10.1080/14639220500111392>
- Williams, A. G., Rayson, M. P., & Jones, D. A. (2002). Resistance training and the enhancement of the gains in material-handling ability and physical fitness of British Army recruits during basic training. *Ergonomics*, 45(4), 267–79. <http://doi.org/10.1080/00140130210123525>
- Wright, U. R., & Mital, A. (1999a). Maximum weights of handling acceptable to people aged 55-74 years: Part I. Lifting. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 9(1), 3–13. <http://doi.org/10.1023/A:1021385230426>

- Wright, U. R., & Mital, A. (1999b). Maximum Weights of Handling Acceptable to People Aged 55–74 Years: Part II. Carrying. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 9(1), 15–21.
<http://doi.org/10.1023/A:1021337314496>
- Zurada, J. (2012). Classifying the risk of work related low back disorders due to manual material handling tasks. *Expert Systems with Applications*, 39(12), 11125–11134.
<http://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.03.043>

Anexo A – Cálculos auxiliares: estimativa empírica da duração das tarefas

Tempo médio observado e número de observações a realizar para cada elemento

Tabela A.1 – Tempo médio observado (TMO) e número de observações a realizar (N) para cada elemento de atividade: cabo A

Cabo A								
	Elemento de atividade	<i>n</i>	TMO (seg.)	$t_{0,05,n-1}$	SD	<i>s</i>	N	$n \geq N$
Cíclico	Enrolamento do cabo A em bobina de madeira	20	95,38	2,093	3,79	0,10	0,69	Sim
	Ensaio do cabo A	20	90,64	2,093	6,77	0,10	2,45	Sim
	Movimentação manual da bobina de madeira para a paleta	28*	6,25	2,052	1,44	0,10	22,44	Sim
	Colocação da bobina de madeira vazia no eixo da máquina	20	17,32	2,093	1,93	0,10	5,23	Sim
Não cíclico	Aplicação de filme à paleta e armazenagem da paleta	7	354,14	2,447	23,74	0,10	2,69	Sim
	Preparação das máquinas de enrolar do PT MEF 12 ou do PT MEF 14	7	305,43	2,447	26,46	0,10	4,49	Sim

* 14 Observações relativas ao PT MEF 12 e 14 observações relativas ao PT MEF 14

Tabela A.2 – Tempo médio observado (TMO) e número de observações a realizar (N) para cada elemento de atividade: cabo B

			Cabo B						
Elemento de atividade			<i>n</i>	TMO (seg.)	<i>t</i> _{0,05,<i>n</i>-1}	SD	<i>s</i>	N	<i>n</i> ≥ N
Cíclico	Enrolamento do cabo B em “sarilho”	Colocação do rolo na caixa de cartão	20	32,01	2,093	2,75	0,10	3,24	Sim
		Movimentação manual do rolo para a mesa Nº 1 e da caixa para a paleta	28*	7,59	2,052	0,82	0,10	4,87	Sim
		Pequenas tarefas e/ou espera	20	39,57	2,093	3,66	0,10	3,74	Sim
Não cíclico	Ensaio do cabo B		20	90,64	2,093	6,77	0,10	2,44	Sim
	Aplicação de filme à paleta e armazenagem da paleta		7	354,14	2,447	23,74	0,10	2,69	Sim
	Preparação das máquinas de enrolar do PT MEF 12 ou do PT MEF 14		7	305,43	2,447	26,46	0,10	4,49	Sim

* 14 Observações relativas ao PT MEF 12 e 14 observações relativas ao PT MEF 14

Tempo do ciclo de trabalho normal

Tabela A.3 – Tempo do ciclo de trabalho normal: cabo A

Cabo A			
Elemento de atividade	TMO (seg.)	FA	T _N (seg.)
Enrolamento do cabo A em bobina de madeira	95,38	1,00	95,38
Ensaio do cabo A	90,64	1,00	90,64
Movimentação manual da bobina de madeira para a paleta	6,25	1,00	6,25
Colocação da bobina de madeira vazia no eixo da máquina	17,32	1,00	17,32
Aplicação de filme à paleta e armazenagem da paleta	$\frac{354,14}{12} = 29,51$	1,00	29,51
Preparação das máquinas de enrolar do PT MEF 12 ou do PT MEF 14	$\frac{305,43}{13} = 23,49$	1,00	23,49
Tempo do ciclo de trabalho normal: $\sum T_N$ (seg.)			262,59

Tabela A.4 – Tempo do ciclo de trabalho normal: cabo B

Cabo B				
Elemento de atividade		TMO (seg.)	FA	T _N (seg.)
Enrolamento do cabo B em “sarilho”	Colocação do rolo na caixa de cartão	32,01	1,00	32,01
	Movimentação manual do rolo para a mesa N° 1 e da caixa para a paleta	7,59	1,00	7,59
	Pequenas tarefas e/ou espera	39,57	1,00	39,57
Ensaio do cabo B		$\frac{90,64}{21} = 4,32$	1,00	4,32
Aplicação de filme à paleta e armazenagem da paleta		$\frac{354,14}{24} = 14,76$	1,00	14,76
Preparação das máquinas de enrolar do PT MEF 12 ou do PT MEF 14		$\frac{305,43}{21} = 14,54$	1,00	14,54
Tempo do ciclo de trabalho normal: $\sum T_N$ (seg.)				112,79

Anexo B – Cálculos auxiliares: NIOSH'91

T1

Tabela B.1 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T1: trabalhador Nº1

Trabalhador Nº 1 - Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	30	0,833	108	0,901	[108 – 101] = 7	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
3)	30	0,833	101	0,922	[101 – 95] = 6	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
4) 1.1	34	0,735	95	0,94	[95 – 29] = 66	0,888	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
4) 1.2	34	0,735	95	0,94	[95 – 59] = 36	0,945	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
4) 2.1	34	0,735	95	0,94	[95 – 43] = 52	0,907	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
4) 2.2	34	0,735	95	0,94	[95 – 73] = 22	1	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
4) 3.1	34	0,735	95	0,94	[95 – 57] = 38	0,938	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
4) 3.2	34	0,735	95	0,94	[95 – 87] = 8	1	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
4) 4.1	34	0,735	95	0,94	[95 – 71] = 24	1	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
4) 4.2	34	0,735	95	0,94	[95 – 101] = 6	1	0	1	Má	0,9	0,026	0,85

Tabela B.2 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T1: trabalhador Nº2

Trabalhador Nº2 - Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	31	0,806	108	0,901	[108 – 107] = 1	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
3) 1.1	31	0,806	107	0,904	[107 – 29] = 78	0,878	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 1.2	31	0,806	107	0,904	[107 – 59] = 48	0,914	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 2.1	31	0,806	107	0,904	[107 – 43] = 64	0,890	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 2.2	31	0,806	107	0,904	[107 – 73] = 34	0,952	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 3.1	31	0,806	107	0,904	[107 – 57] = 50	0,910	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 3.2	31	0,806	107	0,904	[107 – 87] = 20	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 4.1	31	0,806	107	0,904	[107 – 71] = 36	0,945	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 4.2	31	0,806	107	0,904	[107 – 101] = 6	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 5.1	31	0,806	107	0,904	[107 – 85] = 22	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 5.2	31	0,806	107	0,904	[107 – 115] = 8	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 6.1	31	0,806	107	0,904	[107 – 99] = 8	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
3) 6.2	31	0,806	107	0,904	[107 – 129] = 22	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85

Tabela B.3 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T1: trabalhador N°3

Trabalhador N° 3												
- Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	31	0,806	108	0,901	[108 – 98] = 10	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
3)	31	0,806	98	0,931	[98 – 95] = 3	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
4) 1.1	36	0,694	95	0,94	[95 – 29] = 66	0,888	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
4) 1.2	36	0,694	95	0,94	[95 – 59] = 36	0,945	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
4) 2.1	36	0,694	95	0,94	[95 – 43] = 52	0,907	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
4) 2.2	36	0,694	95	0,94	[95 – 73] = 22	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
4) 3.1	36	0,694	95	0,94	[95 – 57] = 38	0,938	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
4) 3.2	36	0,694	95	0,94	[95 – 87] = 8	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
4) 4.1	36	0,694	95	0,94	[95 – 71] = 24	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
4) 4.2	36	0,694	95	0,94	[95 – 101] = 6	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
4) 5.1	36	0,694	95	0,94	[95 – 85] = 10	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
4) 5.2	36	0,694	95	0,94	[95 – 115] = 20	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85

Tabela B.4 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T1: trabalhador N°4

Trabalhador N° 4												
- Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	31	0,806	108	0,901	[108 – 113] = 5	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
3)	31	0,806	113	0,886	[113 – 95] = 18	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
4) 1.1	35	0,714	95	0,94	[95 – 29] = 66	0,888	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 1.2	35	0,714	95	0,94	[95 – 59] = 36	0,945	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 2.1	35	0,714	95	0,94	[95 – 43] = 52	0,907	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 2.2	35	0,714	95	0,94	[95 – 73] = 22	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 3.1	35	0,714	95	0,94	[95 – 57] = 38	0,938	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 3.2	35	0,714	95	0,94	[95 – 87] = 8	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 4.1	35	0,714	95	0,94	[95 – 71] = 24	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 4.2	35	0,714	95	0,94	[95 – 101] = 6	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 5.1	35	0,714	95	0,94	[95 – 85] = 10	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 5.2	35	0,714	95	0,94	[95 – 115] = 20	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 6.1	35	0,714	95	0,94	[95 – 99] = 4	1	0	1	Má	0,9	0,018	0,85
4) 6.2	35	0,714	95	0,94	[95 – 129] = 34	0,952	0	1	Má	0,9	0,018	0,85

Tabela B.5 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T1: trabalhador N°5

Trabalhador N° 5												
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	36	0,694	108	0,901	[108 – 105] = 3	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
3) 1.1	36	0,694	105	0,91	[105 – 29] = 76	0,879	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 1.2	36	0,694	105	0,91	[105 – 59] = 46	0,918	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 2.1	36	0,694	105	0,91	[105 – 43] = 62	0,893	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 2.2	36	0,694	105	0,91	[105 – 73] = 32	0,961	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 3.1	36	0,694	105	0,91	[105 – 57] = 48	0,914	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 3.2	36	0,694	105	0,91	[105 – 87] = 18	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 4.1	36	0,694	105	0,91	[105 – 71] = 34	0,952	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 4.2	36	0,694	105	0,91	[105 – 101] = 4	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 5.1	36	0,694	105	0,91	[105 – 85] = 20	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 5.2	36	0,694	105	0,91	[105 – 115] = 10	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85

Tabela B.6 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T1: trabalhador N°6

Trabalhador N° 6												
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	32	0,781	108	0,901	[108 – 109] = 1	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
3) 1.1	32	0,781	109	0,898	[109 – 29] = 80	0,876	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 1.2	32	0,781	109	0,898	[109 – 59] = 50	0,910	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 2.1	32	0,781	109	0,898	[109 – 43] = 66	0,888	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 2.2	32	0,781	109	0,898	[109 – 73] = 36	0,945	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 3.1	32	0,781	109	0,898	[109 – 57] = 52	0,907	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 3.2	32	0,781	109	0,898	[109 – 87] = 22	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 4.1	32	0,781	109	0,898	[109 – 71] = 38	0,938	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 4.2	32	0,781	109	0,898	[109 – 101] = 8	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 5.1	32	0,781	109	0,898	[109 – 85] = 24	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85
3) 5.2	32	0,781	109	0,898	[109 – 115] = 6	1	0	1	Má	0,9	0,021	0,85

Tabela B.7 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T1: trabalhador N°7

Trabalhador N° 7 - Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	33	0,758	108	0,901	[108 – 106] = 2	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
3) 2.1	33	0,758	106	0,907	[106 – 43] = 63	0,891	0	1	Má	0,9	0,035	0,85
3) 2.2	33	0,758	106	0,907	[106 – 73] = 33	0,956	0	1	Má	0,9	0,035	0,85
3) 3.1	33	0,758	106	0,907	[106 – 57] = 49	0,912	0	1	Má	0,9	0,035	0,85
3) 3.2	33	0,758	106	0,907	[106 – 87] = 19	1	0	1	Má	0,9	0,035	0,85
3) 4.1	33	0,758	106	0,907	[106 – 71] = 35	0,949	0	1	Má	0,9	0,035	0,85
3) 4.2	33	0,758	106	0,907	[106 – 101] = 5	1	0	1	Má	0,9	0,035	0,85

Tabela B.8 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T1: trabalhador N°8

Trabalhador N° 8 - Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	32	0,781	108	0,901	[108 – 113] = 5	1	0	1	Má	0,9	0,210	0,85
3) 2.1	32	0,781	113	0,886	[113 – 43] = 70	0,884	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
3) 2.2	32	0,781	113	0,886	[113 – 73] = 40	0,933	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
3) 3.1	32	0,781	113	0,886	[113 – 57] = 56	0,900	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
3) 3.2	32	0,781	113	0,886	[113 – 87] = 26	0,993	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
3) 4.1	32	0,781	113	0,886	[113 – 71] = 42	0,927	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
3) 4.2	32	0,781	113	0,886	[113 – 101] = 12	1	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
3) 5.1	32	0,781	113	0,886	[113 – 85] = 28	0,981	0	1	Má	0,9	0,026	0,85
3) 5.2	32	0,781	113	0,886	[113 – 115] = 2	1	0	1	Má	0,9	0,026	0,85

Tabela B.9 - Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°1

Trabalhador N° 1 - Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto								
Sub-tarefas	FIRWL _j	F _j	MF _j	STRWL _j	PC	FIL _j	STL _j	Ordem
1)	15,54	0,210	0,85	13,21	24,25	1,56	1,84	9°
3)	15,90	0,210	0,85	13,52	24,25	1,52	1,79	10°
4) 1.1	12,71	0,026	0,85	10,80	24,25	1,91	2,25	1°
4) 1.2	13,52	0,026	0,85	11,49	24,25	1,79	2,11	4°
4) 2.1	12,97	0,026	0,85	11,02	24,25	1,87	2,20	2°
4) 2.2	14,31	0,026	0,85	12,16	24,25	1,69	1,99	5°
4) 3.1	13,43	0,026	0,85	11,41	24,25	1,81	2,12	3°
4) 3.2	14,31	0,026	0,85	12,16	24,25	1,69	1,99	6°
4) 4.1	14,31	0,026	0,85	12,16	24,25	1,69	1,99	7°
4) 4.2	14,31	0,026	0,85	12,16	24,25	1,69	1,99	8°
CLI = 2,37								

Tabela B.10 - Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°2

Trabalhador N° 2								
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto								
Sub-tarefas	FIRWL _j	F _j	MF _j	STRWL _j	PC	FILI _j	STLI _j	Ordem
1)	15,04	0,210	0,85	12,78	24,25	1,61	1,90	7°
3) 1.1	13,25	0,018	0,85	11,26	24,25	1,83	2,15	1°
3) 1.2	13,79	0,018	0,85	11,72	24,25	1,76	2,07	4°
3) 2.1	13,44	0,018	0,85	11,42	24,25	1,80	2,12	2°
3) 2.2	14,37	0,018	0,85	12,22	24,25	1,69	1,99	6°
3) 3.1	13,73	0,018	0,85	11,67	24,25	1,77	2,08	3°
3) 3.2	15,09	0,018	0,85	12,83	24,25	1,61	1,89	8°
3) 4.1	14,26	0,018	0,85	12,12	24,25	1,70	2,00	5°
3) 4.2	15,09	0,018	0,85	12,83	24,25	1,61	1,89	9°
3) 5.1	15,09	0,018	0,85	12,83	24,25	1,61	1,89	10°
3) 5.2	15,09	0,018	0,85	12,83	24,25	1,61	1,89	11°
3) 6.1	15,09	0,018	0,85	12,83	24,25	1,61	1,89	12°
3) 6.2	15,09	0,018	0,85	12,83	24,25	1,61	1,89	13°
CLI = 2,22								

Tabela B.11 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°3

Trabalhador N° 3								
- Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto								
Sub-tarefas	FIRWL _j	F _j	MF _j	STRWL _j	PC	FILI _j	STLI _j	Ordem
1)	15,04	0,210	0,85	12,78	24,25	1,61	1,90	11°
3)	15,54	0,210	0,85	13,21	24,25	1,56	1,84	12°
4) 1.1	12,00	0,021	0,85	10,20	24,25	2,02	2,38	1°
4) 1.2	12,77	0,021	0,85	10,85	24,25	1,90	2,23	4°
4) 2.1	12,25	0,021	0,85	10,41	24,25	1,98	2,33	2°
4) 2.2	13,51	0,021	0,85	11,49	24,25	1,79	2,11	5°
4) 3.1	12,68	0,021	0,85	10,78	24,25	1,91	2,25	3°
4) 3.2	13,51	0,021	0,85	11,49	24,25	1,79	2,11	6°
4) 4.1	13,51	0,021	0,85	11,49	24,25	1,79	2,11	7°
4) 4.2	13,51	0,021	0,85	11,49	24,25	1,79	2,11	8°
4) 5.1	13,51	0,021	0,85	11,49	24,25	1,79	2,11	9°
4) 5.2	13,51	0,021	0,85	11,49	24,25	1,79	2,11	10°
CLI = 2,51								

Tabela B.12 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°4

Trabalhador N° 4								
- Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto								
Sub-tarefas	FIRWL_j	F_j	MF_j	STRWL_j	PC	FIL_j	STL_j	Ordem
1)	15,04	0,210	0,85	12,78	24,25	1,61	1,90	14°
3)	14,79	0,210	0,85	12,57	24,25	1,64	1,93	13°
4) 1.1	12,34	0,018	0,85	10,49	24,25	1,96	2,31	1°
4) 1.2	13,13	0,018	0,85	11,16	24,25	1,85	2,17	4°
4) 2.1	12,60	0,018	0,85	10,71	24,25	1,92	2,26	2°
4) 2.2	13,90	0,018	0,85	11,81	24,25	1,74	2,05	6°
4) 3.1	13,04	0,018	0,85	11,09	24,25	1,86	2,19	3°
4) 3.2	13,90	0,018	0,85	11,81	24,25	1,74	2,05	7°
4) 4.1	13,90	0,018	0,85	11,81	24,25	1,74	2,05	8°
4) 4.2	13,90	0,018	0,85	11,81	24,25	1,74	2,05	9°
4) 5.1	13,90	0,018	0,85	11,81	24,25	1,74	2,05	10°
4) 5.2	13,90	0,018	0,85	11,81	24,25	1,74	2,05	11°
4) 6.1	13,90	0,018	0,85	11,81	24,25	1,74	2,05	12°
4) 6.2	13,24	0,018	0,85	11,25	24,25	1,83	2,16	5°
CLI = 2,45								

Tabela B.13 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°5

Trabalhador N° 5								
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto								
Sub-tarefas	FIRWL_j	F_j	MF_j	STRWL_j	PC	FIL_j	STL_j	Ordem
1)	12,95	0,210	0,85	11,01	24,25	1,87	2,20	7°
3) 1.1	11,50	0,021	0,85	9,78	24,25	2,11	2,48	1°
3) 1.2	12,01	0,021	0,85	10,21	24,25	2,02	2,38	4°
3) 2.1	11,68	0,021	0,85	9,92	24,25	2,08	2,44	2°
3) 2.2	12,57	0,021	0,85	10,68	24,25	1,93	2,27	6°
3) 3.1	11,95	0,021	0,85	10,16	24,25	2,03	2,39	3°
3) 3.2	13,08	0,021	0,85	11,12	24,25	1,85	2,18	8°
3) 4.1	12,46	0,021	0,85	10,59	24,25	1,95	2,29	5°
3) 4.2	13,08	0,021	0,85	11,12	24,25	1,85	2,18	9°
3) 5.1	13,08	0,021	0,85	11,12	24,25	1,85	2,18	10°
3) 5.2	13,08	0,021	0,85	11,12	24,25	1,85	2,18	11°
CLI = 2,56								

Tabela B.14 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°6

Trabalhador N° 6								
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto								
Sub-tarefas	FIRWL_j	F_j	MF_j	STRWL_j	PC	FILI_j	STLI_j	Ordem
1)	14,57	0,210	0,85	12,39	24,25	1,66	1,96	11°
3) 1.1	12,73	0,021	0,85	10,82	24,25	1,91	2,24	1°
3) 1.2	13,22	0,021	0,85	11,23	24,25	1,83	2,16	4°
3) 2.1	12,90	0,021	0,85	10,96	24,25	1,88	2,21	2°
3) 2.2	13,72	0,021	0,85	11,67	24,25	1,77	2,08	6°
3) 3.1	13,17	0,021	0,85	11,19	24,25	1,84	2,17	3°
3) 3.2	14,52	0,021	0,85	12,34	24,25	1,67	1,96	7°
3) 4.1	13,63	0,021	0,85	11,58	24,25	1,78	2,09	5°
3) 4.2	14,52	0,021	0,85	12,34	24,25	1,67	1,96	8°
3) 5.1	14,52	0,021	0,85	12,34	24,25	1,67	1,96	9°
3) 5.2	14,52	0,021	0,85	12,34	24,25	1,67	1,96	10°
CLI = 2,31								

Tabela B.15 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°7

Trabalhador N° 7								
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto								
Sub-tarefas	FIRWL_j	F_j	MF_j	STRWL_j	PC	FILI_j	STLI_j	Ordem
1)	14,13	0,210	0,85	12,01	24,25	1,72	2,02	5°
3) 2.1	12,68	0,035	0,85	10,78	24,25	1,91	2,25	1°
3) 2.2	13,60	0,035	0,85	11,56	24,25	1,78	2,10	4°
3) 3.1	12,97	0,035	0,85	11,02	24,25	1,87	2,20	2°
3) 3.2	14,22	0,035	0,85	12,09	24,25	1,70	2,01	6°
3) 4.1	13,49	0,035	0,85	11,47	24,25	1,80	2,11	3°
3) 4.2	14,22	0,035	0,85	12,09	24,25	1,70	2,01	7°
CLI = 2,32								

Tabela B.16 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T1 para o trabalhador N°8

Trabalhador N° 8								
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto								
Sub-tarefas	FIRWL _j	F _j	MF _j	STRWL _j	PC	FIL _j	STL _j	Ordem
1)	14,57	0,210	0,85	12,39	24,25	1,66	1,97	9°
3) 2.1	12,67	0,026	0,85	10,77	24,25	1,91	2,25	1°
3) 2.2	13,36	0,026	0,85	11,36	24,25	1,81	2,14	4°
3) 3.1	12,90	0,026	0,85	10,97	24,25	1,88	2,21	2°
3) 3.2	14,23	0,026	0,85	12,09	24,25	1,70	2,01	6°
3) 4.1	13,28	0,026	0,85	11,29	24,25	1,83	2,15	3°
3) 4.2	14,33	0,026	0,85	12,18	24,25	1,69	1,99	7°
3) 5.1	14,05	0,026	0,85	11,94	24,25	1,73	2,03	5°
3) 5.2	14,33	0,026	0,85	12,18	24,25	1,69	1,99	8°
CLI = 2,32								

T2

Tabela B.17 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T2: trabalhador N°1

Trabalhador N° 1												
- Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	26	0,962	100	0,925	[100 – 91] = 9	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
2)	26	0,962	80	0,985	[80 – 88] = 8	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
4) 1.1	26	0,962	88	0,961	[88 – 14] = 74	0,881	0	1	Razoável	1	0,061	0,85
4) 1.2	26	0,962	88	0,961	[88 – 52] = 36	0,945	0	1	Razoável	1	0,061	0,85
4) 2.1	26	0,962	88	0,961	[88 – 28] = 60	0,895	0	1	Razoável	1	0,061	0,85
4) 2.2	26	0,962	88	0,961	[88 – 66] = 22	1	0	1	Razoável	1	0,061	0,85
4) 3.1	26	0,962	88	0,961	[88 – 42] = 46	0,918	0	1	Razoável	1	0,061	0,85
4) 3.2	26	0,962	88	0,961	[88 – 80] = 8	1	0	1	Razoável	1	0,061	0,85
4) 4.1	26	0,962	88	0,961	[88 – 56] = 32	0,961	0	1	Razoável	1	0,061	0,85
4) 4.2	26	0,962	88	0,961	[88 – 94] = 6	1	0	1	Razoável	1	0,061	0,85

Tabela B.18 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T2: trabalhador N°2

Trabalhador N° 2												
- Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	26	0,962	100	0,925	[100 – 91] = 9	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
2)	26	0,962	80	0,985	[80 – 87] = 7	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
4) 1.1	26	0,962	87	0,964	[87 – 14] = 73	0,882	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
4) 1.2	26	0,962	87	0,964	[87 – 52] = 35	0,949	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
4) 2.1	26	0,962	87	0,964	[87 – 28] = 59	0,896	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
4) 2.2	26	0,962	87	0,964	[87 – 66] = 21	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
4) 3.1	26	0,962	87	0,964	[87 – 42] = 45	0,920	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
4) 3.2	26	0,962	87	0,964	[87 – 80] = 7	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
4) 4.1	26	0,962	87	0,964	[87 – 56] = 31	0,965	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
4) 4.2	26	0,962	87	0,964	[87 – 94] = 7	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
4) 5.1	26	0,962	87	0,964	[87 – 70] = 17	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
4) 5.2	26	0,962	87	0,964	[87 – 108] = 21	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85

Tabela B.19 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T2: trabalhador N°3

Trabalhador N° 3												
- Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	28	0,893	100	0,925	[100 – 91] = 9	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
2)	28	0,893	80	0,985	[80 – 84] = 4	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
4) 1.1	28	0,893	84	0,973	[84 – 14] = 70	0,884	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 1.2	28	0,893	84	0,973	[84 – 52] = 32	0,961	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 2.1	28	0,893	84	0,973	[84 – 28] = 56	0,900	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 2.2	28	0,893	84	0,973	[84 – 66] = 18	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 3.1	28	0,893	84	0,973	[84 – 42] = 42	0,927	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 3.2	28	0,893	84	0,973	[84 – 80] = 4	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 4.1	28	0,893	84	0,973	[84 – 56] = 28	0,981	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 4.2	28	0,893	84	0,973	[84 – 94] = 10	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 5.1	28	0,893	84	0,973	[84 – 70] = 14	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 5.2	28	0,893	84	0,973	[84 – 108] = 24	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 6.1	28	0,893	84	0,973	[84 – 84] = 0	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 6.2	28	0,893	84	0,973	[84 – 122] = 38	0,938	0	1	Razoável	1	0,041	0,85

Tabela B.20 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T2: trabalhador N°4

Trabalhador N° 4												
- Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	27	0,926	100	0,925	[100 – 91] = 9	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
2)	27	0,926	80	0,985	[80 – 92] = 12	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
4) 1.1	27	0,926	92	0,949	[92 – 14] = 78	0,878	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 1.2	27	0,926	92	0,949	[92 – 52] = 40	0,933	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 2.1	27	0,926	92	0,949	[92 – 28] = 64	0,890	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 2.2	27	0,926	92	0,949	[92 – 66] = 26	0,993	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 3.1	27	0,926	92	0,949	[92 – 42] = 50	0,910	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 3.2	27	0,926	92	0,949	[92 – 80] = 12	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 4.1	27	0,926	92	0,949	[92 – 56] = 36	0,945	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 4.2	27	0,926	92	0,949	[92 – 94] = 2	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 5.1	27	0,926	92	0,949	[92 – 70] = 22	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 5.2	27	0,926	92	0,949	[92 – 108] = 16	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 6.1	27	0,926	92	0,949	[92 – 84] = 8	1	0	1	Razoável	1	0,041	0,85
4) 6.2	27	0,926	92	0,949	[92 – 122] = 30	0,970	0	1	Razoável	1	0,041	0,85

Tabela B.21 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T2: trabalhador N°5

Trabalhador N° 5												
- Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	35	0,714	100	0,925	[100 – 91] = 9	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
2) 1.1	35	0,714	80	0,985	[80 – 14] = 66	0,888	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 1.2	35	0,714	80	0,985	[80 – 52] = 28	0,981	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 2.1	35	0,714	80	0,985	[80 – 28] = 52	0,907	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 2.2	35	0,714	80	0,985	[80 – 66] = 14	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 3.1	35	0,714	80	0,985	[80 – 42] = 38	0,938	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 3.2	35	0,714	80	0,985	[80 – 80] = 0	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 4.1	35	0,714	80	0,985	[80 – 56] = 24	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 4.2	35	0,714	80	0,985	[80 – 94] = 14	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 5.1	35	0,714	80	0,985	[80 – 70] = 10	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 5.2	35	0,714	80	0,985	[80 – 108] = 28	0,981	0	1	Razoável	1	0,049	0,85

Tabela B.22 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T2: trabalhador N°6

Trabalhador N° 6 - Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	31	0,806	100	0,925	[100 – 91] = 9	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
2) 1.1	31	0,806	80	0,985	[80 – 14] = 66	0,888	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 1.2	31	0,806	80	0,985	[80 – 52] = 28	0,981	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 2.1	31	0,806	80	0,985	[80 – 28] = 52	0,907	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 2.2	31	0,806	80	0,985	[80 – 66] = 14	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 3.1	31	0,806	80	0,985	[80 – 42] = 38	0,938	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 3.2	31	0,806	80	0,985	[80 – 80] = 0	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 4.1	31	0,806	80	0,985	[80 – 56] = 24	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 4.2	31	0,806	80	0,985	[80 – 94] = 14	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 5.1	31	0,806	80	0,985	[80 – 70] = 10	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 5.2	31	0,806	80	0,985	[80 – 108] = 28	0,981	0	1	Razoável	1	0,049	0,85

Tabela B.23 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T2: trabalhador N°7

Trabalhador N° 7 - Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	26	0,962	100	0,925	[100 – 91] = 9	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
2) 1.1	26	0,962	80	0,985	[80 – 14] = 66	0,888	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 1.2	26	0,962	80	0,985	[80 – 52] = 28	0,981	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 2.1	26	0,962	80	0,985	[80 – 28] = 52	0,907	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 2.2	26	0,962	80	0,985	[80 – 66] = 14	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 3.1	26	0,962	80	0,985	[80 – 42] = 38	0,938	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 3.2	26	0,962	80	0,985	[80 – 80] = 0	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 4.1	26	0,962	80	0,985	[80 – 56] = 24	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 4.2	26	0,962	80	0,985	[80 – 94] = 14	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 5.1	26	0,962	80	0,985	[80 – 70] = 10	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 5.2	26	0,962	80	0,985	[80 – 108] = 28	0,981	0	1	Razoável	1	0,049	0,85

Tabela B.24 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da NIOSH'91 para a T2: trabalhador Nº8

Trabalhador Nº 8												
- Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14												
Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D = [V1 – V2]	MD	A	MA	P	MP	F	MF
1)	25	1	100	0,925	[100 – 91] = 9	1	0	1	Razoável	1	0,490	0,81
2) 2.1	25	1	80	0,985	[80 – 28] = 52	0,907	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 2.2	25	1	80	0,985	[80 – 66] = 14	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 3.1	25	1	80	0,985	[80 – 42] = 38	0,938	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 3.2	25	1	80	0,985	[80 – 80] = 0	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 4.1	25	1	80	0,985	[80 – 56] = 24	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 4.2	25	1	80	0,985	[80 – 94] = 14	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 5.1	25	1	80	0,985	[80 – 70] = 10	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 5.2	25	1	80	0,985	[80 – 108] = 28	0,981	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 6.1	25	1	80	0,985	[80 – 84] = 4	1	0	1	Razoável	1	0,049	0,85
2) 6.2	25	1	80	0,985	[80 – 112] = 42	0,927	0	1	Razoável	1	0,049	0,85

Tabela B.25 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador Nº1

Trabalhador Nº 1								
- Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12								
Sub-tarefas	FIRWL	F	MF	STRWL	PC	FILI	STLI	Ordem
1)	20,46	0,490	0,81	16,57	9,00	0,44	0,54	6º
2)	21,78	0,490	0,81	17,64	9,45	0,43	0,54	7º
4) 1.1	18,72	0,061	0,85	15,91	9,45	0,50	0,59	1º
4) 1.2	20,08	0,061	0,85	17,07	9,45	0,47	0,55	4º
4) 2.1	19,02	0,061	0,85	16,17	9,45	0,50	0,58	2º
4) 2.2	21,25	0,061	0,85	18,06	9,45	0,44	0,52	8º
4) 3.1	19,51	0,061	0,85	16,58	9,45	0,48	0,57	3º
4) 3.2	21,25	0,061	0,85	18,06	9,45	0,44	0,52	9º
4) 4.1	20,42	0,061	0,85	17,35	9,45	0,46	0,54	5º
4) 4.2	21,25	0,061	0,85	18,06	9,45	0,44	0,52	10º
CLI = 0,70								

Tabela B.26 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°2

Trabalhador N° 2								
- Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12								
Sub-tarefas	FIRWL	F	MF	STRWL	PC	FILI	STLI	Ordem
1)	20,46	0,490	0,81	16,57	9,00	0,44	0,54	5°
2)	21,78	0,490	0,81	17,64	9,45	0,43	0,54	7°
4) 1.1	18,80	0,049	0,85	15,98	9,45	0,50	0,59	1°
4) 1.2	20,22	0,049	0,85	17,19	9,45	0,47	0,55	4°
4) 2.1	19,11	0,049	0,85	16,24	9,45	0,49	0,58	2°
4) 2.2	21,32	0,049	0,85	18,12	9,45	0,44	0,52	8°
4) 3.1	19,61	0,049	0,85	16,67	9,45	0,48	0,57	3°
4) 3.2	21,32	0,049	0,85	18,12	9,45	0,44	0,52	9°
4) 4.1	20,58	0,049	0,85	17,49	9,45	0,46	0,54	6°
4) 4.2	21,32	0,049	0,85	18,12	9,45	0,44	0,52	10°
4) 5.1	21,32	0,049	0,85	18,12	9,45	0,44	0,52	11°
4) 5.2	21,32	0,049	0,85	18,12	9,45	0,44	0,52	12°
CLI = 0,70								

Tabela B.27 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°3

Trabalhador N° 3								
- Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12								
Sub-tarefas	FIRWL	F	MF	STRWL	PC	FILI	STLI	Ordem
1)	19,00	0,490	0,81	15,39	9,00	0,47	0,58	5°
2)	20,23	0,490	0,81	16,38	9,45	0,47	0,58	7°
4) 1.1	17,67	0,041	0,85	15,02	9,45	0,53	0,63	1°
4) 1.2	19,19	0,041	0,85	16,32	9,45	0,49	0,58	6°
4) 2.1	17,99	0,041	0,85	15,29	9,45	0,53	0,62	2°
4) 2.2	19,98	0,041	0,85	16,98	9,45	0,47	0,56	9°
4) 3.1	18,53	0,041	0,85	15,75	9,45	0,51	0,60	3°
4) 3.2	19,98	0,041	0,85	16,98	9,45	0,47	0,56	10°
4) 4.1	19,60	0,041	0,85	16,66	9,45	0,48	0,57	8°
4) 4.2	19,98	0,041	0,85	16,98	9,45	0,47	0,56	11°
4) 5.1	19,98	0,041	0,85	16,98	9,45	0,47	0,56	12°
4) 5.2	19,98	0,041	0,85	16,98	9,45	0,47	0,56	13°
4) 6.1	19,98	0,041	0,85	16,98	9,45	0,47	0,56	14°
4) 6.2	18,75	0,041	0,85	15,94	9,45	0,50	0,59	4°
CLI = 0,75								

Tabela B.28 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°4

Trabalhador N° 4								
- Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12								
Sub-tarefas	FIRWL	F	MF	STRWL	PC	FILI	STLI	Ordem
1)	19,70	0,490	0,81	15,96	9,00	0,46	0,56	7°
2)	20,98	0,490	0,81	16,99	9,45	0,45	0,56	8°
4) 1.1	17,74	0,041	0,85	15,08	9,45	0,53	0,63	1°
4) 1.2	18,85	0,041	0,85	16,02	9,45	0,50	0,59	4°
4) 2.1	17,99	0,041	0,85	15,29	9,45	0,53	0,62	2°
4) 2.2	20,07	0,041	0,85	17,06	9,45	0,47	0,55	9°
4) 3.1	18,39	0,041	0,85	15,63	9,45	0,51	0,60	3°
4) 3.2	20,21	0,041	0,85	17,18	9,45	0,47	0,55	10°
4) 4.1	19,10	0,041	0,85	16,23	9,45	0,49	0,58	5°
4) 4.2	20,21	0,041	0,85	17,18	9,45	0,47	0,55	11°
4) 5.1	20,21	0,041	0,85	17,18	9,45	0,47	0,55	12°
4) 5.2	20,21	0,041	0,85	17,18	9,45	0,47	0,55	13°
4) 6.1	20,21	0,041	0,85	17,18	9,45	0,47	0,55	14°
4) 6.2	19,60	0,041	0,85	16,66	9,45	0,48	0,57	6°
CLI = 0,74								

Tabela B.29 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°5

Trabalhador N° 5								
- Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14								
Sub-tarefas	FIRWL	F	MF	STRWL	PC	FILI	STLI	Ordem
1)	15,20	0,490	0,81	12,31	9,00	0,59	0,73	4°
2) 1.1	14,37	0,049	0,85	12,22	9,45	0,66	0,77	1°
2) 1.2	15,87	0,049	0,85	13,49	9,45	0,60	0,70	5°
2) 2.1	14,67	0,049	0,85	12,47	9,45	0,64	0,76	2°
2) 2.2	16,18	0,049	0,85	13,75	9,45	0,58	0,69	7°
2) 3.1	15,19	0,049	0,85	12,91	9,45	0,62	0,73	3°
2) 3.2	16,18	0,049	0,85	13,75	9,45	0,58	0,69	8°
2) 4.1	16,18	0,049	0,85	13,75	9,45	0,58	0,69	9°
2) 4.2	16,18	0,049	0,85	13,75	9,45	0,58	0,69	10°
2) 5.1	16,18	0,049	0,85	13,75	9,45	0,58	0,69	11°
2) 5.2	15,87	0,049	0,85	13,49	9,45	0,60	0,70	6°
CLI = 0,86								

Tabela B.30 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°6

Trabalhador N° 6								
- Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14								
Sub-tarefas	FIRWL	F	MF	STRWL	PC	FILI	STLI	Ordem
1)	17,16	0,490	0,81	13,90	9,00	0,52	0,65	4°
2) 1.1	16,23	0,049	0,85	13,79	9,45	0,58	0,69	1°
2) 1.2	17,92	0,049	0,85	15,23	9,45	0,53	0,62	5°
2) 2.1	16,56	0,049	0,85	14,08	9,45	0,57	0,67	2°
2) 2.2	18,27	0,049	0,85	15,53	9,45	0,52	0,61	7°
2) 3.1	17,15	0,049	0,85	14,57	9,45	0,55	0,65	3°
2) 3.2	18,27	0,049	0,85	15,53	9,45	0,52	0,61	8°
2) 4.1	18,27	0,049	0,85	15,53	9,45	0,52	0,61	9°
2) 4.2	18,27	0,049	0,85	15,53	9,45	0,52	0,61	10°
2) 5.1	18,27	0,049	0,85	15,53	9,45	0,52	0,61	11°
2) 5.2	17,92	0,049	0,85	15,23	9,45	0,53	0,62	6°
CLI = 0,76								

Tabela B.31 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°7

Trabalhador N°7								
- Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14								
Sub-tarefas	FIRWL	F	MF	STRWL	PC	FILI	STLI	Ordem
1)	20,46	0,490	0,81	16,57	9,00	0,44	0,54	4°
2) 1.1	19,35	0,049	0,85	16,45	9,45	0,49	0,57	1°
2) 1.2	21,36	0,049	0,85	18,16	9,45	0,44	0,52	5°
2) 2.1	19,75	0,049	0,85	16,79	9,45	0,48	0,56	2°
2) 2.2	21,78	0,049	0,85	18,52	9,45	0,43	0,51	7°
2) 3.1	20,44	0,049	0,85	17,38	9,45	0,46	0,54	3°
2) 3.2	21,78	0,049	0,85	18,52	9,45	0,43	0,51	8°
2) 4.1	21,78	0,049	0,85	18,52	9,45	0,43	0,51	9°
2) 4.2	21,78	0,049	0,85	18,52	9,45	0,43	0,51	10°
2) 5.1	21,78	0,049	0,85	18,52	9,45	0,43	0,51	11°
2) 5.2	21,36	0,049	0,85	18,16	9,45	0,44	0,52	6°
CLI = 0,64								

Tabela B.32 – Cálculo dos FIRWLs, STRWLs, FILIs, STLIIs e do CLI da T2 para o trabalhador N°8

Trabalhador N° 8								
- Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14								
Sub-tarefas	FIRWL	F	MF	STRWL	PC	FILI	STLI	Ordem
1)	21,28	0,490	0,81	17,23	9,00	0,42	0,52	4°
2) 2.1	20,54	0,049	0,85	17,46	9,45	0,46	0,54	1°
2) 2.2	22,66	0,049	0,85	19,26	9,45	0,42	0,49	6°
2) 3.1	21,26	0,049	0,85	18,07	9,45	0,44	0,52	3°
2) 3.2	22,66	0,049	0,85	19,26	9,45	0,42	0,49	7°
2) 4.1	22,66	0,049	0,85	19,26	9,45	0,42	0,49	8°
2) 4.2	22,66	0,049	0,85	19,26	9,45	0,42	0,49	9°
2) 5.1	22,66	0,049	0,85	19,26	9,45	0,42	0,49	10°
2) 5.2	22,22	0,049	0,85	18,89	9,45	0,43	0,50	5°
2) 6.1	22,66	0,049	0,85	19,26	9,45	0,42	0,49	11°
2) 6.2	21,00	0,049	0,85	17,85	9,45	0,45	0,53	2°
CLI = 0,61								

Anexo C – Cálculos auxiliares: Modelos de Shoaf

T1

Tabela C.1- Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador Nº1

Trabalhador Nº 1												
- Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	30	0,87	108–101 = 7	1	0,210	1	8	0,67	44	0,78	65	0,8
3)	30	0,87	101–95 = 6	1	0,210	1						
4) 1.1	34	0,80	95–29 = 66	0,796	0,026	1						
4) 1.2	34	0,80	95–59 = 36	0,934	0,026	1						
4) 2.1	34	0,80	95–43 = 52	0,853	0,026	1						
4) 2.2	34	0,80	95–73 = 22	1	0,026	1						
4) 3.1	34	0,80	95–57 = 38	0,923	0,026	1						
4) 3.2	34	0,80	95–87 = 8	1	0,026	1						
4) 4.1	34	0,80	95–17 = 24	1	0,026	1						
4) 4.2	N.A	N.A	95–101 = - 6	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.2 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador Nº2

Trabalhador Nº 2												
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	31	0,85	108–107 = 1	1	0,210	1	8	0,67	36	0,87	74	1,17
3) 1.1	31	0,85	107–29 = 78	0,769	0,018	1						
3) 1.2	31	0,85	107–59 = 48	0,871	0,018	1						
3) 2.1	31	0,85	107–43 = 64	0,803	0,018	1						
3) 2.2	31	0,85	107–73 = 34	0,945	0,018	1						
3) 3.1	31	0,85	107–57 = 50	0,862	0,018	1						
3) 3.2	31	0,85	107–87 = 20	1	0,018	1						
3) 4.1	31	0,85	107–71 = 36	0,934	0,018	1						
3) 4.2	31	0,85	107–101 = 6	1	0,018	1						
3) 5.1	31	0,85	107–85 = 22	1	0,018	1						
3) 5.2	N.A	N.A	107–115 = - 8	N.A	N.A	N.A						
3) 6.1	31	0,85	107–99 = 8	1	0,018	1						
3) 6.2	N.A	N.A	107–129 = -22	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.3 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador N°3

Trabalhador N° 3												
- Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	31	0,85	108–98 = 10	1	0,210	1	8	0,67	35	0,87	66	0,85
3)	31	0,85	98–95 = 3	1	0,210	1						
4) 1.1	36	0,775	95–29 = 66	0,796	0,021	1						
4) 1.2	36	0,775	95–59 = 36	0,934	0,021	1						
4) 2.1	36	0,775	95–43 = 52	0,853	0,021	1						
4) 2.2	36	0,775	95–73 = 22	1	0,021	1						
4) 3.1	36	0,775	95–57 = 38	0,923	0,021	1						
4) 3.2	36	0,775	95–87 = 8	1	0,021	1						
4) 4.1	36	0,775	95–71 = 24	1	0,021	1						
4) 4.2	N.A	N.A	95–101 = - 6	N.A	N.A	N.A						
4) 5.1	36	0,775	95–85 = 10	1	0,021	1						
4) 5.2	N.A	N.A	95–115 = -20	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.4 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador N°4

Trabalhador N° 4												
- Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	N.A	N.A	108–113 = -5	N.A	N.A	N.A	8	0,67	28	0,88	78	1,28
3)	31	0,85	113–95 = 18	1	0,210	1						
4) 1.1	35	0,79	95–29 = 66	0,796	0,018	1						
4) 1.2	35	0,79	95–59 = 36	0,934	0,018	1						
4) 2.1	35	0,79	95–43 = 52	0,853	0,018	1						
4) 2.2	35	0,79	95–73 = 22	1	0,018	1						
4) 3.1	35	0,79	95–57 = 38	0,923	0,018	1						
4) 3.2	35	0,79	95–87 = 8	1	0,018	1						
4) 4.1	35	0,79	95–71 = 24	1	0,018	1						
4) 4.2	N.A	N.A	95–101 = - 6	N.A	0,018	N.A						
4) 5.1	35	0,79	95–85 = 10	1	0,018	1						
4) 5.2	N.A	N.A	95–115 = -20	N.A	N.A	N.A						
4) 6.1	N.A	N.A	95–99 = - 4	N.A	N.A	N.A						
4) 6.2	N.A	N.A	95–129 = -34	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.5 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador N°5

Trabalhador Nº 5												
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	36	0,775	108–105 = 3	1	0,210	1	8	0,67	41	0,83	100	1,47
3) 1.1	36	0,775	105–29 = 76	0,772	0,021	1						
3) 1.2	36	0,775	105–59 = 46	0,88	0,021	1						
3) 2.1	36	0,775	105–43 = 62	0,811	0,021	1						
3) 2.2	36	0,775	105–73 = 32	0,957	0,021	1						
3) 3.1	36	0,775	105–57 = 48	0,871	0,021	1						
3) 3.2	36	0,775	105–87 = 18	1	0,021	1						
3) 4.1	36	0,775	105–71 = 34	0,945	0,021	1						
3) 4.2	36	0,775	105–101 = 4	1	0,021	1						
3) 5.1	36	0,775	105–85 = 20	1	0,021	1						
3) 5.2	N.A	N.A	105–115 = -10	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.6 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador N°6

Trabalhador Nº 6												
- Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	N.A	N.A	108–109 = -1	N.A	N.A	N.A	8	0,67	30	0,87	76	1,24
3) 1.1	32	0,825	109–29 = 80	0,767	0,021	1						
3) 1.2	32	0,825	109–59 = 50	0,862	0,021	1						
3) 2.1	32	0,825	109–43 = 66	0,796	0,021	1						
3) 2.2	32	0,825	109–73 = 36	0,934	0,021	1						
3) 3.1	32	0,825	109–57 = 52	0,853	0,021	1						
3) 3.2	32	0,825	109–87 = 22	1	0,021	1						
3) 4.1	32	0,825	109–71 = 38	0,923	0,021	1						
3) 4.2	32	0,825	109–101 = 8	1	0,021	1						
3) 5.1	32	0,825	109–85 = 24	1	0,021	1						
3) 5.2	N.A	N.A	109–115 = - 6	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.7 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T1: trabalhador N°7

Trabalhador N° 7												
Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	33	0,82	108–106 = 2	1	0,210	1	8	0,67	31	0,87	72	1,08
3) 2.1	33	0,82	106–43 = 63	0,807	0,035	1						
3) 2.2	33	0,82	106–73 = 33	0,951	0,035	1						
3) 3.1	33	0,82	106–57 = 49	0,867	0,035	1						
3) 3.2	33	0,82	106–87 = 19	1	0,035	1						
3) 4.1	33	0,82	106–71 = 35	0,939	0,035	1						
3) 4.2	33	0,82	106–101 = 5	1	0,035	1						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.8 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar para a T1: trabalhador N°8

Trabalhador N° 8												
Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	N.A	N.A	108–113 = -5	N.A	N.A	N.A	8	0,67	38	0,86	73	1,12
3) 2.1	32	0,825	113–43 = 70	0,786	0,026	1						
3) 2.2	32	0,825	113–73 = 40	0,912	0,026	1						
3) 3.1	32	0,825	113–57 = 56	0,835	0,026	1						
3) 3.2	32	0,825	113–87 = 26	0,994	0,026	1						
3) 4.1	32	0,825	113–71 = 42	0,901	0,026	1						
3) 4.2	32	0,825	113–101 = 12	1	0,026	1						
3) 5.1	32	0,825	113–85 = 28	0,982	0,026	1						
3) 5.2	N.A	N.A	113–115 = -2	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.9 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de transportar para a T1

Métodos de trabalho na T1	Sub-tarefas	N° do trabalhador avaliado	Vt	MV _t	D _t	MD _t	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto	2)	2	107	0,848	3,55	0,9	0,21	0,748	8	0,67	36	0,87	74	1,17
		5	105	0,858	2,70	0,955	0,21	0,748	8	0,67	41	0,83	100	1,47
		6	109	0,843	2,70	0,955	0,21	0,748	8	0,67	30	0,87	76	1,24
		7	106	0,853	2,70	0,955	0,21	0,748	8	0,67	31	0,87	72	1,08
		8	113	0,834	2,70	0,955	0,21	0,748	8	0,67	38	0,86	73	1,12
Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto	2)	1	101	0,877	2,1	0,994	0,21	0,748	8	0,67	44	0,78	65	0,8
		3	98	0,927	2,1	0,994	0,21	0,748	8	0,67	35	0,87	66	0,85
		4	113	0,834	2,1	0,994	0,21	0,748	8	0,67	28	0,88	78	1,28

T2

Tabela C.10 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador N°1

Trabalhador N° 1												
Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	26	0,975	100-91= 9	1	0,490	0,973	8	0,67	44	0,78	65	0,8
4) 1.1	26	0,975	88-14 = 74	0,776	0,061	1						
4) 1.2	26	0,975	88-52 = 36	0,934	0,061	1						
4) 2.1	26	0,975	88-28 = 60	0,819	0,061	1						
4) 2.2	26	0,975	88-66 = 22	1	0,061	1						
4) 3.1	26	0,975	88-42 = 46	0,88	0,061	1						
4) 3.2	26	0,975	88-80 = 8	1	0,061	1						
4) 4.1	26	0,975	88-56 = 32	0,957	0,061	1						
4) 4.2	N.A	N.A	88-94 = - 6	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.11- Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador N°2

Trabalhador N° 2												
Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	26	0,975	100-91= 9	1	0,490	0,973	8	0,67	36	0,87	74	1,17
4) 1.1	26	0,975	87-14 = 73	0,778	0,049	1						
4) 1.2	26	0,975	87-52 = 35	0,939	0,049	1						
4) 2.1	26	0,975	87-28 = 59	0,823	0,049	1						
4) 2.2	26	0,975	87-66 = 21	1	0,049	1						
4) 3.1	26	0,975	87-42 = 45	0,885	0,049	1						
4) 3.2	26	0,975	87-80 = 7	1	0,049	1						
4) 4.1	26	0,975	87-56 = 31	0,963	0,049	1						
4) 4.2	N.A	N.A	87-94 = - 7	N.A	N.A	N.A						
4) 5.1	26	0,975	87-70 = 17	1	0,049	1						
4) 5.2	N.A	N.A	87-108 = -21	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.12 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador N°3

Trabalhador N° 3												
Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	28	0,925	100–91= 9	1	0,490	0,973	8	0,67	35	0,87	66	0,85
4) 1.1	28	0,925	84–14 = 70	0,786	0,041	1						
4) 1.2	28	0,925	84–52 = 32	0,957	0,041	1						
4) 2.1	28	0,925	84–28 = 56	0,835	0,041	1						
4) 2.2	28	0,925	84–66 = 18	1	0,041	1						
4) 3.1	28	0,925	84–42 = 42	0,901	0,041	1						
4) 3.2	28	0,925	84–80 = 4	1	0,041	1						
4) 4.1	28	0,925	84–56 = 28	0,982	0,041	1						
4) 4.2	N.A	N.A	84–94 = - 10	N.A	N.A	N.A						
4) 5.1	28	0,925	84–70 = 14	1	0,041	1						
4) 5.2	N.A	N.A	84–108 = -24	N.A	N.A	N.A						
4) 6.1	28	0,925	84–84 = 0	1	0,041	1						
4) 6.2	N.A	N.A	84–122 = -38	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.13 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador N°4

Trabalhador N° 4												
Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	27	0,95	100–91= 9	1	0,490	0,973	8	0,67	28	0,88	78	1,28
4) 1.1	27	0,95	92–14 = 78	0,769	0,041	1						
4) 1.2	27	0,95	92–52 = 40	0,912	0,041	1						
4) 2.1	27	0,95	92–28 = 64	0,803	0,041	1						
4) 2.2	27	0,95	92–66 = 26	0,994	0,041	1						
4) 3.1	27	0,95	92–42 = 50	0,862	0,041	1						
4) 3.2	27	0,95	92–80 = 12	1	0,041	1						
4) 4.1	27	0,95	92–56 = 36	0,934	0,041	1						
4) 4.2	N.A	N.A	92–94 = -2	N.A	N.A	N.A						
4) 5.1	27	0,95	92–70 = 22	1	0,041	1						
4) 5.2	N.A	N.A	92–108 = - 16	N.A	N.A	N.A						
4) 6.1	27	0,95	92–84 = 8	1	0,041	1						
4) 6.2	N.A	N.A	92–122 = - 30	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.14 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador N°5

Trabalhador Nº 5												
Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	35	0,79	100–91 = 9	1	0,49	0,973	8	0,67	41	0,83	100	1,47
2) 1.1	35	0,79	80–14 = 66	0,796	0,490	1						
2) 1.2	35	0,79	80–52 = 28	0,982	0,049	1						
2) 2.1	35	0,79	80–28 = 52	0,853	0,049	1						
2) 2.2	35	0,79	80–66 = 14	1	0,049	1						
2) 3.1	35	0,79	80–42 = 38	0,923	0,049	1						
2) 3.2	35	0,79	80–80 = 0	1	0,049	1						
2) 4.1	35	0,79	80–56 = 24	1	0,049	1						
2) 4.2	N.A	N.A	80–94 = -14	N.A	N.A	N.A						
2) 5.1	35	0,79	80–70 = 10	1	0,049	1						
2) 5.2	N.A	N.A	80–108 = -28	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.15 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador N°6

Trabalhador Nº 6												
Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	31	0,85	100–91 = 9	1	0,49	0,973	8	0,67	30	0,87	76	1,24
2) 1.1	31	0,85	80–14 = 66	0,796	0,490	1						
2) 1.2	31	0,85	80–52 = 28	0,982	0,049	1						
2) 2.1	31	0,85	80–28 = 52	0,853	0,049	1						
2) 2.2	31	0,85	80–66 = 14	1	0,049	1						
2) 3.1	31	0,85	80–42 = 38	0,923	0,049	1						
2) 3.2	31	0,85	80–80 = 0	1	0,049	1						
2) 4.1	31	0,85	80–56 = 24	1	0,049	1						
2) 4.2	N.A	N.A	80–94 = - 14	N.A	N.A	N.A						
2) 5.1	31	0,85	80–70 = 10	1	0,049	1						
2) 5.2	N.A	N.A	80–108 = - 28	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.16 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador N°7

Trabalhador N° 7												
Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	26	0,975	100–91 = 9	1	0,49	0,973	8	0,67	31	0,87	72	1,08
2) 1.1	26	0,975	80–14 = 66	0,796	0,490	1						
2) 1.2	26	0,975	80–52 = 28	0,982	0,049	1						
2) 2.1	26	0,975	80–28 = 52	0,853	0,049	1						
2) 2.2	26	0,975	80–66 = 14	1	0,049	1						
2) 3.1	26	0,975	80–42 = 38	0,923	0,049	1						
2) 3.2	26	0,975	80–80 = 0	1	0,049	1						
2) 4.1	26	0,975	80–56 = 24	1	0,049	1						
2) 4.2	N.A	N.A	80–94 = - 14	N.A	N.A	N.A						
2) 5.1	26	0,975	80–70 = 10	1	0,049	1						
2) 5.2	N.A	N.A	80–108 = - 28	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.17 - Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de baixar, T2: trabalhador N°8

Trabalhador N° 8												
Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14												
Sub-tarefas	H	MH	V = Vi – Vf	MV	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1)	25	1	100–91 = 9	1	0,49	0,973	8	0,67	38	0,86	73	1,12
2) 2.1	25	1	80–28 = 52	0,853	0,049	1						
2) 2.2	25	1	80–66 = 14	1	0,049	1						
2) 3.1	25	1	80–42 = 38	0,923	0,049	1						
2) 3.2	25	1	80–80 = 0	1	0,049	1						
2) 4.1	25	1	80–56 = 24	1	0,049	1						
2) 4.2	N.A	N.A	80–94 = - 14	N.A	N.A	N.A						
2) 5.1	25	1	80–70 = 10	1	0,049	1						
2) 5.2	N.A	N.A	80–108 = - 28	N.A	N.A	N.A						
2) 6.1	N.A	N.A	80–84 = - 4	N.A	N.A	N.A						
2) 6.2	N.A	N.A	80–112 = - 42	N.A	N.A	N.A						

N.A – sub-tarefa do tipo elevar, avaliada pelo Modelo CLM

Tabela C.18 – Valores das variáveis e dos multiplicadores da expressão para tarefas de transportar para a T2

N° do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	V	MV	D _t	MD _t	F	MF	DT	MDT	I	MI	PC	MPC
1	3)	88	0,939	2,3	0,981	0,49	0,69	8	0,67	44	0,78	65	0,8
2		87	0,943	2,3	0,981	0,49	0,69	8	0,67	36	0,87	74	1,17
3		84	0,958	2,3	0,981	0,49	0,69	8	0,67	35	0,87	66	0,85
4		92	0,919	2,3	0,981	0,49	0,69	8	0,67	28	0,88	78	1,28

Anexo D – Cálculos auxiliares: Modelo CLM

T1

Tabela D.1 - Cálculo dos multiplicadores da expressão do Modelo CLM para as sub-tarefas de elevar da T1

	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D	MD	F	MF	DT	MDT	A	MA	P	MP	ST	MST	I	MI	PC	MPC
Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto	2	3) 5.2	31	0,85	107	0,925	8	1	0,018	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	36	0,87	74	1,17
		3) 6.2	31	0,85	107	0,925	22	1	0,018	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	36	0,87	74	1,17
	5	3) 5.2	36	0,775	105	0,93	10	1	0,021	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	41	0,83	100	1,47
	6	1)	32	0,825	108	0,92	1	1	0,21	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	30	0,87	76	1,24
		3) 5.2	32	0,825	109	0,92	6	1	0,021	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	30	0,87	76	1,24
	8	1)	32	0,825	108	0,92	5	1	0,21	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	38	0,86	73	1,12
		3) 5.2	32	0,825	113	0,91	2	1	0,026	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	38	0,86	73	1,12
Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indireto	1	4) 4.2	34	0,80	95	0,96	6	1	0,026	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	44	0,78	65	0,8
	3	4) 4.2	36	0,775	95	0,96	6	1	0,021	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	35	0,87	66	0,85
		4) 5.2	36	0,775	95	0,96	20	1	0,021	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	35	0,87	66	0,85
	4	1)	31	0,85	108	0,92	5	1	0,21	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	28	0,88	78	1,28
		4) 4.2	35	0,79	95	0,96	6	1	0,018	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	28	0,88	78	1,28
		4) 5.2	35	0,79	95	0,96	20	1	0,018	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	28	0,88	78	1,28
		4) 6.1	35	0,79	95	0,96	4	1	0,018	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	28	0,88	78	1,28
		4) 6.2	35	0,79	95	0,96	34	0,95	0,018	1	8	0,67	0	1	(a)	0,925	25,6	1	28	0,88	78	1,28

(a) Pegas de má qualidade ou pontos de apoio limitados ou escorregadios

Tabela D.2 - Cálculo dos multiplicadores da expressão do Modelo CLM para as sub-tarefas de elevar da T2

	Nº do trabalhador avaliado	Sub-tarefas	H	MH	V	MV	D	MD	F	MF	DT	MDT	A	MA	P	MP	ST	MST	I	MI	PC	MPC
Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12	1	2)	26	0,975	80	0,99	8	1	0,49	0,99	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	44	0,78	65	0,8
		4) 4.2	26	0,975	88	0,97	6	1	0,061	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	44	0,78	65	0,8
	2	2)	26	0,975	80	0,99	7	1	0,49	0,99	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	36	0,87	74	1,17
		4) 4.2	26	0,975	87	0,97	7	1	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	36	0,87	74	1,17
		4) 5.2	26	0,975	87	0,97	21	1	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	36	0,87	74	1,17
	3	2)	28	0,925	80	0,99	4	1	0,49	0,99	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	35	0,87	66	0,85
		4) 4.2	28	0,925	84	0,98	10	1	0,041	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	35	0,87	66	0,85
		4) 5.2	28	0,925	84	0,98	24	1	0,041	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	35	0,87	66	0,85
		4) 6.2	28	0,925	84	0,98	38	0,92	0,041	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	35	0,87	66	0,85
	4	2)	27	0,95	80	0,99	12	1	0,49	0,99	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	28	0,88	78	1,28
		4) 4.2	27	0,95	92	0,96	2	1	0,041	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	28	0,88	78	1,28
		4) 5.2	27	0,95	92	0,96	16	1	0,041	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	28	0,88	78	1,28
		4) 6.2	27	0,95	92	0,96	30	0,98	0,041	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	28	0,88	78	1,28
Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14	5	2) 4.2	35	0,79	80	0,99	14	1	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	41	0,83	100	1,47
		2) 5.2	35	0,79	80	0,99	28	0,98	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	41	0,83	100	1,47
	6	2) 4.2	31	0,85	80	0,99	14	1	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	30	0,87	76	1,24
		2) 5.2	31	0,85	80	0,99	28	0,98	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	30	0,87	76	1,24
	7	2) 4.2	26	0,975	80	0,99	14	1	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	31	0,87	72	1,08
		2) 5.2	26	0,975	80	0,99	28	0,98	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	31	0,87	72	1,08
	8	2) 4.2	25	1	80	0,99	14	1	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	38	0,86	73	1,12
		2) 5.2	25	1	80	0,99	28	0,98	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	38	0,86	73	1,12
		2) 6.1	25	1	80	0,99	4	1	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	38	0,86	73	1,12
		2) 6.2	25	1	80	0,99	42	0,90	0,049	1	8	0,67	0	1	(a)	1	25,6	1	38	0,86	73	1,12

(a) Pegas boas e confortáveis ou pontos de apoio firmes para iniciar a elevação

Anexo E – Cálculos auxiliares: Guia de Mital

T1

Tabela E.1 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°1

Trabalhador N° 1 - Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indirecto							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vertical = 108-101 = 7 cm Frequência = 0,21/min	$W_A = 24,25 \times 0,07 \times 0,21 = 0,36$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 30 cm Dist. Vert.= 108-101 = 7 cm Freq.= 0,21 vezes/min	Peso recomendado = 23* kg Qualidade da pega = 0,925	$W_R = 23 \times 0,07 \times 0,21 \times 0,925 = 0,31$	1,14
2)	Transportar	Peso = 24,25 kg Dist. Transporte = 2,1 m	$W_A = 24,25 \times 2,1 \times 0,21 = 10,69$	*Distância do transporte = 2,1 m Alt.mãos = 101 cm	Peso recomendado = 26,31* kg	$W_R = 26,31 \times 2,1 \times 0,21 \times 0,925 = 17,43$	1,00
3)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert.=101-95 = 6 cm	$W_A = 24,25 \times 0,06 \times 0,21 = 0,31$	*Amplitude: 80-132 cm Dim.carga = 30 cm Dist. Vert. =101-95 = 6 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,06 \times 0,21 \times 0,925 = 0,27$	1,14
4) 1.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert.= 95-29 = 66 cm	$W_A = 24,25 \times 0,66 \times 0,21 = 3,36$	*Amplitude: solo-132 cm Dim.carga = 40 cm Dist. Vert.=95-29 = 66 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24,00 \times 0,66 \times 0,21 \times 0,925 = 3,08$	1,09
4) 1.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-59 = 36 cm	$W_A = 24,25 \times 0,36 \times 0,21 = 1,83$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-59 = 36 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24,00 \times 0,36 \times 0,21 \times 0,925 = 1,68$	1,09
4) 2.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-43 = 52 cm	$W_A = 24,25 \times 0,52 \times 0,21 = 2,65$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-43 = 52 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,52 \times 0,21 \times 0,925 = 2,42$	1,09
4) 2.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-73 = 22 cm	$W_A = 24,25 \times 0,22 \times 0,21 = 1,12$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-73 = 22 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,22 \times 0,21 \times 0,925 = 1,03$	1,09
4) 3.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-57 = 38 cm	$W_A = 24,25 \times 0,38 \times 0,21 = 1,94$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-57 = 38 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,38 \times 0,21 \times 0,925 = 1,77$	1,09
4) 3.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-87 = 8 cm	$W_A = 24,25 \times 0,08 \times 0,21 = 0,41$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 95-87 = 8 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,08 \times 0,21 \times 0,925 = 0,34$	1,18
4) 4.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-71 = 24 cm	$W_A = 24,25 \times 0,24 \times 0,21 = 1,22$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-71 = 24 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,24 \times 0,21 \times 0,925 = 1,12$	1,09
4) 4.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 101-95 = 6cm	$W_A = 24,25 \times 0,06 \times 0,21 = 0,31$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.=101-95=6 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,06 \times 0,21 \times 0,925 = 0,26$	1,18

Tabela E.2 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°2

Trabalhador N° 2 - Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A/ W_R)
1)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 108-107 = 1 cm Frequência = 0,21/min	$W_A = 24,25 \times 0,01 \times 0,21 = 0,05$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim. carga = 30 cm Dist. Vert.= 108-107 = 1 cm Freq.= 0,21/min	Peso recomendado = 23* kg Qualidade da pega = 0,925	$W_R = 23 \times 0,01 \times 0,21 \times 0,925 = 0,04$	1,14
2)	Transportar	Peso = 24,25 kg Dist. Transporte = 3,55 m	$W_A = 24,25 \times 3,55 \times 0,21 = 18,08$	* Dist. Transporte = 3,55 m Alt. mãos = 107 cm	Peso recomendado = 24,39* kg	$W_R = 24,39 \times 3,55 \times 0,21 \times 0,925 = 16,82$	1,07
3) 1.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 107-29 = 78 cm	$W_A = 24,25 \times 0,78 \times 0,21 = 3,97$	*Amplitude: solo-132 cm Dim.carga = 30 cm Dist. Vert.=107-29 = 78 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,78 \times 0,21 \times 0,925 = 3,79$	1,05
3) 1.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. =107-59 =48cm	$W_A = 24,25 \times 0,48 \times 0,21 = 2,44$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.=107-59 = 48 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,48 \times 0,21 \times 0,925 = 2,33$	1,05
3) 2.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 107-43 = 64cm	$W_A = 24,25 \times 0,64 \times 0,21 = 3,26$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.=107-43 = 64 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,64 \times 0,21 \times 0,925 = 3,11$	1,05
3) 2.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 107-73 = 34cm	$W_A = 24,25 \times 0,34 \times 0,21 = 1,73$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.=107-73 = 34 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,34 \times 0,21 \times 0,925 = 1,65$	1,05
3) 3.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 107-57 = 50cm	$W_A = 24,25 \times 0,50 \times 0,21 = 2,55$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.=107-57=50 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,50 \times 0,21 \times 0,925 = 2,43$	1,05
3) 3.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 107-87 =20cm	$W_A = 24,25 \times 0,20 \times 0,21 = 1,02$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 107-87 = 20 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,20 \times 0,21 \times 0,925 = 0,89$	1,14
3) 4.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 107-71 =36cm	$W_A = 24,25 \times 0,36 \times 0,21 = 1,83$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 107-71 = 36 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,36 \times 0,21 \times 0,925 = 1,75$	1,05
3) 4.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 107-101 = 6cm	$W_A = 24,25 \times 0,06 \times 0,21 = 0,31$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.=107-101 = 6 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,06 \times 0,21 \times 0,925 = 0,27$	1,14
3) 5.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 107-85 = 22cm	$W_A = 24,25 \times 0,22 \times 0,21 = 1,12$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.=107-85 = 22 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,22 \times 0,21 \times 0,925 = 0,98$	1,14
3) 5.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 115-107 = 8cm	$W_A = 24,25 \times 0,08 \times 0,21 = 0,41$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 115-107 = 8 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,08 \times 0,21 \times 0,925 = 0,36$	1,14
3) 6.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 107-99 = 8cm	$W_A = 24,25 \times 0,08 \times 0,21 = 0,41$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.=107-99 = 8 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,08 \times 0,21 \times 0,925 = 0,36$	1,14
3) 6.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert.= 129-107 = 22 cm	$W_A = 24,25 \times 0,22 \times 0,21 = 1,12$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.=129-107 = 22 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,22 \times 0,21 \times 0,925 = 1,07$	1,14

Tabela E.3 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°3

Trabalhador N° 3 - Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indirecto							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vertical = 108-98 = 10 cm Frequência = 0,21/min	$W_A = 24,25 \times 0,10 \times 0,21 = 0,51$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 30 cm Dist.Vert.= 108-98 = 10 cm Freq.= 0,21/min	Peso recomendado = 23* kg Qualidade da pega = 0,925	$W_R = 23 \times 0,10 \times 0,21 \times 0,925 = 0,45$	1,14
2)	Transportar	Peso = 24,25 kg Dist. Transporte = 2,1 m	$W_A = 24,25 \times 2,1 \times 0,21 = 10,69$	*Distância do transporte = 2,1 m Alt.mãos = 98 cm	Peso recomendado = 26,40* kg	$W_R = 26,40 \times 2,1 \times 0,21 \times 0,925 = 10,77$	0,99
3)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert.= 98-95 = 3 cm	$W_A = 24,25 \times 0,03 \times 0,21 = 0,15$	*Amplitude: 80-132 cm Dim.carga = 30 cm Dist.Vert. = 101-98 = 3 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,03 \times 0,21 \times 0,925 = 0,13$	1,14
4) 1.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert.= 95-29 = 66 cm	$W_A = 24,25 \times 0,66 \times 0,21 = 3,36$	*Amplitude: solo-132 cm Dim.carga = 40 cm Dist.Vert.= 95-29 = 66 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24,00 \times 0,66 \times 0,21 \times 0,925 = 3,08$	1,09
4) 1.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-59 = 36 cm	$W_A = 24,25 \times 0,36 \times 0,21 = 1,83$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-59 = 36 cm	Peso recomendado = 24 * kg	$W_R = 24,00 \times 0,36 \times 0,21 \times 0,925 = 1,68$	1,09
4) 2.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-43 = 52 cm	$W_A = 24,25 \times 0,52 \times 0,21 = 2,65$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-43 = 52 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,52 \times 0,21 \times 0,925 = 2,42$	1,09
4) 2.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-73 = 22 cm	$W_A = 24,25 \times 0,22 \times 0,21 = 1,12$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-73 = 22 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,22 \times 0,21 \times 0,925 = 1,03$	1,09
4) 3.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-57 = 38 cm	$W_A = 24,25 \times 0,38 \times 0,21 = 1,94$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-57 = 38 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,38 \times 0,21 \times 0,925 = 1,77$	1,09
4) 3.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-87 = 8 cm	$W_A = 24,25 \times 0,08 \times 0,21 = 0,41$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 95-87 = 8 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,08 \times 0,21 \times 0,925 = 0,34$	1,18
4) 4.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-71 = 24 cm	$W_A = 24,25 \times 0,24 \times 0,21 = 1,22$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-71 = 24 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 23,74 \times 0,24 \times 0,21 \times 0,925 = 1,12$	1,09
4) 4.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 101-95 = 6cm	$W_A = 24,25 \times 0,06 \times 0,21 = 0,31$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 101-95 = 6 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,06 \times 0,21 \times 0,925 = 0,26$	1,18
4) 5.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-85 = 10 cm	$W_A = 24,25 \times 0,10 \times 0,21 = 0,51$	* Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 95-85 = 10 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,10 \times 0,21 \times 0,925 = 0,43$	1,18
4) 5.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 115-95 = 20 cm	$W_A = 24,25 \times 0,20 \times 0,21 = 1,02$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 115-95 = 20 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,20 \times 0,21 \times 0,925 = 0,86$	1,18

Tabela E.4 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°4

Trabalhador N° 4 - Método de trabalho II: Movimentação da bobina para a paleta de modo indirecto							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A/W_R)
1)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vertical = 113-108 = 5 cm Frequência = 0,21/min	$W_A = 24,25 \times 0,05 \times 0,21 = 0,25$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 30 cm Dist.Vert.= 108-98 = 10 cm Freq.= 0,21/min	Peso recomendado = 23* kg Qualidade da pega = 0,925	$W_R = 23 \times 0,05 \times 0,21 \times 0,925 = 0,22$	1,14
2)	Transportar	Peso = 24,25 kg Dist. Transporte = 2,1 m	$W_A = 24,25 \times 2,1 \times 0,21 = 10,69$	*Distância do transporte = 2,1 m Alt.mãos = 113 cm	Peso recomendado = 26 * kg	$W_R = 26 \times 2,1 \times 0,21 \times 0,925 = 10,77$	1,01
3)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert.= 113-95 = 18 cm	$W_A = 24,25 \times 0,18 \times 0,21 = 0,92$	*Amplitude: 80-132 cm Dim.carga = 30 cm Dist.Vert.= 113-95 = 18 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,18 \times 0,21 \times 0,925 = 0,80$	1,14
4) 1.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert.= 95-29 = 66 cm	$W_A = 24,25 \times 0,66 \times 0,21 = 3,36$	*Amplitude: solo-132 cm Dim.carga = 40 cm Dist.Vert.=95-29 = 66 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24,00 \times 0,66 \times 0,21 \times 0,925 = 3,08$	1,09
4) 1.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-59 = 36 cm	$W_A = 24,25 \times 0,36 \times 0,21 = 1,83$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-59 = 36 cm	Peso recomendado = 24 * kg	$W_R = 24,00 \times 0,36 \times 0,21 \times 0,925 = 1,68$	1,09
4) 2.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-43 = 52 cm	$W_A = 24,25 \times 0,52 \times 0,21 = 2,65$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-43 = 52 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,52 \times 0,21 \times 0,925 = 2,42$	1,09
4) 2.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-73 = 22 cm	$W_A = 24,25 \times 0,22 \times 0,21 = 1,12$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-73 = 22 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,22 \times 0,21 \times 0,925 = 1,03$	1,09
4) 3.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-57 = 38 cm	$W_A = 24,25 \times 0,38 \times 0,21 = 1,94$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-57 = 38 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 24 \times 0,38 \times 0,21 \times 0,925 = 1,77$	1,09
4) 3.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-87 = 8 cm	$W_A = 24,25 \times 0,08 \times 0,21 = 0,41$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 95-87 = 8 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,08 \times 0,21 \times 0,925 = 0,34$	1,18
4) 4.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-71 = 24 cm	$W_A = 24,25 \times 0,24 \times 0,21 = 1,22$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 95-71 = 24 cm	Peso recomendado = 24* kg	$W_R = 23,74 \times 0,24 \times 0,21 \times 0,925 = 1,12$	1,09
4) 4.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 101-95 = 6cm	$W_A = 24,25 \times 0,06 \times 0,21 = 0,31$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.=101-95=6 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,06 \times 0,21 \times 0,925 = 0,26$	1,18
4) 5.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-85 = 10 cm	$W_A = 24,25 \times 0,10 \times 0,21 = 0,51$	* Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 95-85 = 10 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,10 \times 0,21 \times 0,925 = 0,43$	1,18
4) 5.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 115-95 = 20 cm	$W_A = 24,25 \times 0,20 \times 0,21 = 1,02$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 115-95 = 20 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,20 \times 0,21 \times 0,925 = 0,86$	1,18
4) 6.1	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 95-99 = 4 cm	$W_A = 24,25 \times 0,04 \times 0,21 = 0,20$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 95-99 = 4 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,04 \times 0,21 \times 0,925 = 0,17$	1,18
4) 6.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 129-95 = 34 cm	$W_A = 24,25 \times 0,34 \times 0,21 = 1,73$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 129-95 = 34 cm	Peso recomendado = 22,20* kg	$W_R = 22,20 \times 0,34 \times 0,21 \times 0,925 = 1,47$	1,18

Tabela E.5 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°5

Trabalhador N° 5 - Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A/ W_R)
1)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 108-105 = 3 cm Frequência = 0,21/min	$W_A = 24,25 \times 0,03 \times 0,21 = 0,15$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim. carga = 30 cm Dist. Vert. = 108-105 = 3 cm Freq.= 0,21/min	Peso recomendado = 23* kg Qualidade da pega = 0,925	$W_R = 23 \times 0,03 \times 0,21 \times 0,925 = 0,13$	1,14
2)	Transportar	Peso = 24,25 kg Dist. Transporte = 2,70 m	$W_A = 24,25 \times 2,70 \times 0,21 = 13,75$	* Dist. Transporte = 2,70 m Alt. mãos = 105 cm	Peso recomendado = 25,52* kg	$W_R = 25,52 \times 2,70 \times 0,21 \times 0,925 = 13,38$	1,03
3) 1.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 105-29 = 76 cm	$W_A = 24,25 \times 0,76 \times 0,21 = 3,87$	*Amplitude: solo-132 cm Dim.carga = 30 cm Dist. Vert.=105-29 = 76 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,76 \times 0,21 \times 0,925 = 3,69$	1,05
3) 1.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. =105-59 =46cm	$W_A = 24,25 \times 0,46 \times 0,21 = 2,34$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.=105-59 = 46 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,46 \times 0,21 \times 0,925 = 2,23$	1,05
3) 2.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 105-43 = 62cm	$W_A = 24,25 \times 0,62 \times 0,21 = 3,16$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.=105-43 = 62 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,62 \times 0,21 \times 0,925 = 3,01$	1,05
3) 2.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 105-73 = 32cm	$W_A = 24,25 \times 0,32 \times 0,21 = 1,63$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.=105-73 = 32 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,32 \times 0,21 \times 0,925 = 1,55$	1,05
3) 3.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 105-57 = 48 cm	$W_A = 24,25 \times 0,48 \times 0,21 = 2,44$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.=105-57= 48 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,48 \times 0,21 \times 0,925 = 2,33$	1,05
3) 3.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 105 - 87 = 18 cm	$W_A = 24,25 \times 0,20 \times 0,21 = 0,92$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 105-87 = 18 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,18 \times 0,21 \times 0,925 = 0,80$	1,14
3) 4.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 105 - 71 =34 cm	$W_A = 24,25 \times 0,34 \times 0,21 = 1,73$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 105-71 = 34 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,34 \times 0,21 \times 0,925 = 1,65$	1,05
3) 4.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 105 - 101 = 4 cm	$W_A = 24,25 \times 0,04 \times 0,21 = 0,20$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.=105-101 = 4 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,04 \times 0,21 \times 0,925 = 0,27$	1,14
3) 5.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 105 - 85 = 20cm	$W_A = 24,25 \times 0,20 \times 0,21 = 1,02$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.=105-85 = 20 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,20 \times 0,21 \times 0,925 = 0,89$	1,14
3) 5.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 115 - 105 = 10 cm	$W_A = 24,25 \times 0,10 \times 0,21 = 0,51$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 115-105 = 10 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,10 \times 0,21 \times 0,925 = 0,45$	1,14

Tabela E.6 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°6

Trabalhador N° 6 - Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-108 = 1 cm Frequência = 0,21/min	$W_A = 24,25 \times 0,01 \times 0,21 = 0,05$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim. carga = 30 cm Dist. Vert. = 109-108 = 1 cm Freq.= 0,21/min	Peso recomendado = 23* kg Qualidade da pega = 0,925	$W_R = 23 \times 0,01 \times 0,21 \times 0,925 = 0,04$	1,14
2)	Transportar	Peso = 24,25 kg Dist. Transporte = 2,70 m	$W_A = 24,25 \times 2,70 \times 0,21 = 13,75$	* Dist. Transporte = 2,70 m Alt. mãos = 109 cm	Peso recomendado = 25,29* kg	$W_R = 25,52 \times 2,70 \times 0,21 \times 0,925 = 13,26$	1,04
3) 1.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-29 = 80 cm	$W_A = 24,25 \times 0,80 \times 0,21 = 4,07$	*Amplitude: solo-132 cm Dim.carga = 30 cm Dist.Vert.=109-29 = 80 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25,29 \times 0,80 \times 0,21 \times 0,925 = 3,89$	1,05
3) 1.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-59 = 50 cm	$W_A = 24,25 \times 0,50 \times 0,21 = 2,55$	*Amplitude: solo-132 cm Dist.Vert.=109-59 = 50 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,50 \times 0,21 \times 0,925 = 2,43$	1,05
3) 2.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-43 = 66cm	$W_A = 24,25 \times 0,66 \times 0,21 = 3,36$	*Amplitude: solo-132 cm Dist.Vert.=109-43 = 66 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,66 \times 0,21 \times 0,925 = 3,21$	1,05
3) 2.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-73 = 36 cm	$W_A = 24,25 \times 0,36 \times 0,21 = 1,83$	*Amplitude: solo-132 cm Dist.Vert.=109-73 = 36 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,36 \times 0,21 \times 0,925 = 1,75$	1,05
3) 3.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-57 = 52 cm	$W_A = 24,25 \times 0,52 \times 0,21 = 2,65$	*Amplitude: solo-132 cm Dist.Vert.=109-57= 52 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,52 \times 0,21 \times 0,925 = 2,53$	1,05
3) 3.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-87 = 22 cm	$W_A = 24,25 \times 0,22 \times 0,21 = 1,12$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 109-87 = 22 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,22 \times 0,21 \times 0,925 = 0,98$	1,14
3) 4.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-71 = 38 cm	$W_A = 24,25 \times 0,38 \times 0,21 = 1,94$	*Amplitude: solo-132 cm Dist.Vert.= 109-71 = 38 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,38 \times 0,21 \times 0,925 = 1,85$	1,05
3) 4.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-101 = 8 cm	$W_A = 24,25 \times 0,08 \times 0,21 = 0,41$	*Amplitude: 80-132 cm Dist.Vert.= 109-101 = 8 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,08 \times 0,21 \times 0,925 = 0,36$	1,14
3) 5.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 109-85 = 24 cm	$W_A = 24,25 \times 0,24 \times 0,21 = 1,22$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 109-85 = 24 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,24 \times 0,21 \times 0,925 = 1,07$	1,14
3) 5.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 115-109 = 6 cm	$W_A = 24,25 \times 0,06 \times 0,21 = 0,31$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 115-109 = 6 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,06 \times 0,21 \times 0,925 = 0,27$	1,14

Tabela E.7 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°7

Trabalhador N° 7 - Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 108-106 = 2 cm Frequência = 0,21/min	$W_A = 24,25 \times 0,02 \times 0,21 = 0,10$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim. carga = 30 cm Dist. Vert. = 108-106 = 2 cm Freq. = 0,21/min	Peso recomendado = 23* kg Qualidade da pega = 0,925	$W_R = 23 \times 0,02 \times 0,21 \times 0,925 = 0,09$	1,14
2)	Transportar	Peso = 24,25 kg Dist. Transporte = 2,70 m	$W_A = 24,25 \times 2,70 \times 0,21 = 13,75$	* Dist. Transporte = 2,70 m Alt. mãos = 106 cm	Peso recomendado = 25,46* kg	$W_R = 25,46 \times 2,70 \times 0,21 \times 0,925 = 13,37$	1,03
3) 2.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 106-43 = 63 cm	$W_A = 24,25 \times 0,63 \times 0,21 = 3,21$	*Amplitude: solo-132 cm Dim.carga = 30 cm Dist. Vert.=106-43 = 63 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,63 \times 0,21 \times 0,925 = 3,06$	1,05
3) 2.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 106-73 = 33 cm	$W_A = 24,25 \times 0,33 \times 0,21 = 1,68$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 106-73 = 33 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,33 \times 0,21 \times 0,925 = 1,60$	1,05
3) 3.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 106-57 = 49 cm	$W_A = 24,25 \times 0,49 \times 0,21 = 2,50$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 106-57 = 49 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,49 \times 0,21 \times 0,925 = 2,38$	1,05
3) 3.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 106-87 = 19 cm	$W_A = 24,25 \times 0,19 \times 0,21 = 0,97$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 106-87 = 19 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,19 \times 0,21 \times 0,925 = 0,85$	1,14
3) 4.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 106-71 = 35 cm	$W_A = 24,25 \times 0,35 \times 0,21 = 1,78$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 106-71 = 35 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,35 \times 0,21 \times 0,925 = 1,70$	1,05
3) 4.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 106-101 = 5 cm	$W_A = 24,25 \times 0,05 \times 0,21 = 0,25$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 106-101 = 5 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,05 \times 0,21 \times 0,925 = 0,22$	1,14

Tabela E.8 - Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T1 – trabalhador N°8

Trabalhador N° 8 - Método de trabalho I: Movimentação da bobina para a paleta de modo direto							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 113-108 = 5 cm Frequência = 0,21/min	$W_A = 24,25 \times 0,05 \times 0,21 = 0,25$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim. carga = 30 cm Dist. Vert. = 113-108 = 5 cm Freq. = 0,21/min	Peso recomendado = 23* kg Qualidade da pega = 0,925	$W_R = 23 \times 0,05 \times 0,21 \times 0,925 = 0,22$	1,14
2)	Transportar	Peso = 24,25 kg Dist. Transporte = 2,70 m	$W_A = 24,25 \times 2,70 \times 0,21 = 13,75$	* Dist. Transporte = 2,70 m Alt. mãos = 113 cm	Peso recomendado = 25,18* kg	$W_R = 25,18 \times 2,70 \times 0,21 \times 0,925 = 13,21$	1,04
3) 2.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 113-43 = 70 cm	$W_A = 24,25 \times 0,70 \times 0,21 = 3,56$	*Amplitude: solo-132 cm Dim.carga = 30 cm Dist. Vert. = 113-43 = 70 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,70 \times 0,21 \times 0,925 = 3,40$	1,05
3) 2.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 113-73 = 40 cm	$W_A = 24,25 \times 0,40 \times 0,21 = 2,04$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 113-73 = 40 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,40 \times 0,21 \times 0,925 = 1,94$	1,05
3) 3.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 113-57 = 56 cm	$W_A = 24,25 \times 0,56 \times 0,21 = 2,85$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 113-57 = 56 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,56 \times 0,21 \times 0,925 = 2,72$	1,05
3) 3.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 113-87 = 26 cm	$W_A = 24,25 \times 0,26 \times 0,21 = 1,32$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 113-87 = 26 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,26 \times 0,21 \times 0,925 = 1,16$	1,14
3) 4.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 113-71 = 42 cm	$W_A = 24,25 \times 0,42 \times 0,21 = 2,14$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert. = 113-71 = 42 cm	Peso recomendado = 25* kg	$W_R = 25 \times 0,42 \times 0,21 \times 0,925 = 2,04$	1,05
3) 4.2	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 113-101 = 12 cm	$W_A = 24,25 \times 0,12 \times 0,21 = 0,61$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 113-101 = 12 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,12 \times 0,21 \times 0,925 = 0,54$	1,14
3) 5.1	Baixar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 113-85 = 28 cm	$W_A = 24,25 \times 0,28 \times 0,21 = 1,43$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 113-85 = 28 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 25 \times 0,28 \times 0,21 \times 0,925 = 1,25$	1,14
3) 5.2	Elevar	Peso = 24,25 kg Dist. Vert. = 115-113 = 2 cm	$W_A = 24,25 \times 0,2 \times 0,21 = 0,10$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert. = 115-113 = 2 cm	Peso recomendado = 23* kg	$W_R = 23 \times 0,02 \times 0,21 \times 0,925 = 0,09$	1,14

T2

Tabela E.9 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°1

Trabalhador N° 1 - Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 9,00 kg Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	$W_A = 9,00 \times 0,09 \times 0,49 = 0,40$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 20 ~ 34 cm Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,09 \times 0,49 = 1,00$	0,40
2)	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vertical = 88-80 = 8 cm	$W_A = 9,45 \times 0,08 \times 0,49 = 0,37$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vertical = 88-80 = 8 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,08 \times 0,49 = 0,89$	0,42
3)	Transportar	Peso = 9,45 kg Dist. Transporte = 2,3 m	$W_A = 9,45 \times 2,3 \times 0,49 = 10,65$	*Distância do transporte = 2,3 m Alt.mãos = 88 cm	Peso recomendado = 26,3* kg	$W_R = 26,30 \times 2,3 \times 0,49 = 29,64$	0,36
4) 1.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 88-14 = 74 cm	$W_A = 9,45 \times 0,74 \times 0,49 = 3,43$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 88-14 = 74 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,74 \times 0,49 = 8,54$	0,40
4) 1.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 88-52 = 36 cm	$W_A = 9,45 \times 0,36 \times 0,49 = 1,67$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 88-52 = 36 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,36 \times 0,49 = 4,15$	0,40
4) 2.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 88-28 = 60 cm	$W_A = 9,45 \times 0,60 \times 0,49 = 2,78$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 88-28 = 60 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,60 \times 0,49 = 6,92$	0,40
4) 2.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 88-66 = 22 cm	$W_A = 9,45 \times 0,22 \times 0,49 = 1,02$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 88-66 = 22 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,22 \times 0,49 = 2,54$	0,40
4) 3.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 88-42 = 46 cm	$W_A = 9,45 \times 0,46 \times 0,49 = 2,13$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 88-42 = 46 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,46 \times 0,49 = 5,31$	0,40
4) 3.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 88-80 = 8 cm	$W_A = 9,45 \times 0,08 \times 0,49 = 0,37$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 88-80 = 8 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,08 \times 0,49 = 0,89$	0,42
4) 4.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 88-56 = 32 cm	$W_A = 9,45 \times 0,32 \times 0,49 = 1,48$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 88-56 = 32 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,32 \times 0,49 = 3,69$	0,40
4) 4.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 94-88 = 6 cm	$W_A = 9,45 \times 0,06 \times 0,49 = 0,28$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 94-88 = 6 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,06 \times 0,49 = 0,67$	0,42

Tabela E.10 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°2

Trabalhador N° 2 - Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A/ W_R)
1)	Baixar	Peso = 9,00 kg Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	$W_A = 9,00 \times 0,09 \times 0,49 = 0,40$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 20 ~ 34 cm Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,09 \times 0,49 = 1,00$	0,40
2)	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vertical = 87-80 = 7 cm	$W_A = 9,45 \times 0,07 \times 0,49 = 0,32$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vertical = 87-80 = 7 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,07 \times 0,49 = 0,78$	0,42
3)	Transportar	Peso = 9,45 kg Dist. Transporte = 2,3 m	$W_A = 9,45 \times 2,3 \times 0,49 = 10,65$	*Distância do transporte = 2,3 m Alt.mãos = 87 cm	Peso recomendado = 26,37* kg	$W_R = 26,37 \times 2,3 \times 0,49 = 29,72$	0,36
4) 1.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 87-14 = 73 cm	$W_A = 9,45 \times 0,73 \times 0,49 = 3,38$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 87-14 = 73 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,73 \times 0,49 = 8,42$	0,40
4) 1.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 87-52 = 35 cm	$W_A = 9,45 \times 0,35 \times 0,49 = 1,62$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 87-52 = 35 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,35 \times 0,49 = 4,04$	0,40
4) 2.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 87-28 = 59 cm	$W_A = 9,45 \times 0,59 \times 0,49 = 2,73$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 87-28 = 59 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,59 \times 0,49 = 6,81$	0,40
4) 2.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 87-66 = 21 cm	$W_A = 9,45 \times 0,21 \times 0,49 = 0,97$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 87-66 = 21 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,21 \times 0,49 = 2,42$	0,40
4) 3.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 87-42 = 45 cm	$W_A = 9,45 \times 0,45 \times 0,49 = 2,08$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 87-42 = 45 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,45 \times 0,49 = 5,19$	0,40
4) 3.2 ^a	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 87-80 = 7 cm	$W_A = 9,45 \times 0,07 \times 0,49 = 0,32$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 87-80 = 7 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,07 \times 0,49 = 0,78$	0,42^a
4) 4.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 87-56 = 31 cm	$W_A = 9,45 \times 0,31 \times 0,49 = 1,44$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 87-56 = 31 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,31 \times 0,49 = 3,58$	0,40
4) 4.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 94-87 = 7 cm	$W_A = 9,45 \times 0,07 \times 0,49 = 0,32$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 94-87 = 7 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,07 \times 0,49 = 0,78$	0,42
4) 5.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 87-70 = 17 cm	$W_A = 9,45 \times 0,17 \times 0,49 = 0,79$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 87-70 = 17 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,17 \times 0,49 = 1,96$	0,40
4) 5.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 108-87 = 21 cm	$W_A = 9,45 \times 0,21 \times 0,49 = 0,97$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 108-87 = 21 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,21 \times 0,49 = 2,33$	0,42

a) Apesar da distância vertical ter sido igual a 0 cm, existe esforço físico associado à sub-tarefa. Deste modo, considerou-se a amplitude vertical entre 80-132cm onde a carga é movimentada.

Tabela E.11 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°3

Trabalhador N° 3 - Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 9,00 kg Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	$W_A = 9,00 \times 0,09 \times 0,49 = 0,40$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 20 ~ 34 cm Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,09 \times 0,49 = 1,00$	0,40
2)	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vertical = 84-80 = 4 cm	$W_A = 9,45 \times 0,04 \times 0,49 = 0,19$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vertical = 84-80 = 4 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,04 \times 0,49 = 0,44$	0,42
3)	Transportar	Peso = 9,45 kg Dist. Transporte = 2,3 m	$W_A = 9,45 \times 2,3 \times 0,49 = 10,65$	*Distância do transporte = 2,3 m Alt.mãos = 84 cm	Peso recomendado = 26,58* kg	$W_R = 26,58 \times 2,3 \times 0,49 = 29,96$	0,36
4) 1.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-14 = 70 cm	$W_A = 9,45 \times 0,70 \times 0,49 = 3,24$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 84-14 = 70 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,70 \times 0,49 = 8,08$	0,40
4) 1.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-52 = 32 cm	$W_A = 9,45 \times 0,32 \times 0,49 = 1,48$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 84-52 = 32 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,32 \times 0,49 = 3,69$	0,40
4) 2.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-28 = 56 cm	$W_A = 9,45 \times 0,56 \times 0,49 = 2,59$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 84-28 = 56 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,56 \times 0,49 = 6,46$	0,40
4) 2.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-66 = 18 cm	$W_A = 9,45 \times 0,18 \times 0,49 = 0,83$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 84-66 = 18 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,18 \times 0,49 = 2,08$	0,40
4) 3.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-42 = 42 cm	$W_A = 9,45 \times 0,42 \times 0,49 = 1,94$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 84-42 = 42 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,42 \times 0,49 = 4,85$	0,40
4) 3.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-80 = 4 cm	$W_A = 9,45 \times 0,04 \times 0,49 = 0,19$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 84-80 = 4 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,04 \times 0,49 = 0,44$	0,42
4) 4.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-56 = 28 cm	$W_A = 9,45 \times 0,28 \times 0,49 = 1,30$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 84-56 = 28 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,28 \times 0,49 = 3,23$	0,40
4) 4.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 94-84 = 10 cm	$W_A = 9,45 \times 0,10 \times 0,49 = 0,46$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 94-84 = 10 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,10 \times 0,49 = 1,11$	0,42
4) 5.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-70 = 14 cm	$W_A = 9,45 \times 0,14 \times 0,49 = 0,65$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 84-70 = 14 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,14 \times 0,49 = 1,62$	0,40
4) 5.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 108-84 = 24 cm	$W_A = 9,45 \times 0,24 \times 0,49 = 1,11$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 108-84 = 24 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,24 \times 0,49 = 2,66$	0,42
4) 6.1 ^a	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-84 = 0 cm	$W_A = 9,45 \times 1 \times 0,49 = 4,63$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 84-84 = 0 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 1 \times 0,49 = 11,09$	0,42^a
4) 6.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 122-84 = 38 cm	$W_A = 9,45 \times 0,38 \times 0,49 = 1,76$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 122-84 = 38 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,38 \times 0,49 = 4,22$	0,42

a) Apesar da distância vertical ter sido igual a 0 cm, existe esforço físico associado à sub-tarefa. Deste modo, considerou-se a amplitude vertical entre 80-132cm onde a carga é movimentada.

Tabela E.12 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°4

Trabalhador N° 4 - Método de trabalho I: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 12							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 9,00 kg Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	$W_A = 9,00 \times 0,09 \times 0,49 = 0,40$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 20 ~ 34 cm Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,09 \times 0,49 = 1,00$	0,40
2)	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vertical = 92-80 = 12 cm	$W_A = 9,45 \times 0,12 \times 0,49 = 0,56$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vertical = 92-80 = 12 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,12 \times 0,49 = 1,33$	0,42
3)	Transportar	Peso = 9,45 kg Dist. Transporte = 2,3 m	$W_A = 9,45 \times 2,3 \times 0,49 = 10,65$	*Distância do transporte = 2,3 m Alt.mãos = 92 cm	Peso recomendado = 26,01* kg	$W_R = 26,01 \times 2,3 \times 0,49 = 29,31$	0,36
4) 1.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 92-14 = 78 cm	$W_A = 9,45 \times 0,78 \times 0,49 = 3,61$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 92-14 = 78 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,78 \times 0,49 = 9,00$	0,40
4) 1.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 92-52 = 40 cm	$W_A = 9,45 \times 0,40 \times 0,49 = 1,85$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 92-52 = 40 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,40 \times 0,49 = 4,62$	0,40
4) 2.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 92-28 = 64 cm	$W_A = 9,45 \times 0,64 \times 0,49 = 2,96$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 92-28 = 64 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,64 \times 0,49 = 7,39$	0,40
4) 2.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 92-66 = 26 cm	$W_A = 9,45 \times 0,26 \times 0,49 = 1,20$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 92-66 = 26 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,26 \times 0,49 = 3,00$	0,40
4) 3.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 92-42 = 50 cm	$W_A = 9,45 \times 0,50 \times 0,49 = 2,32$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 92-42 = 50 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,50 \times 0,49 = 5,77$	0,40
4) 3.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 92-80 = 12 cm	$W_A = 9,45 \times 0,12 \times 0,49 = 0,56$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 92-80 = 12 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,12 \times 0,49 = 1,33$	0,42
4) 4.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 92-56 = 36 cm	$W_A = 9,45 \times 0,36 \times 0,49 = 1,67$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 92-56 = 32 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,32 \times 0,49 = 4,15$	0,40
4) 4.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 94-92 = 2 cm	$W_A = 9,45 \times 0,02 \times 0,49 = 0,09$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 94-92 = 2 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,02 \times 0,49 = 0,22$	0,42
4) 5.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 92-70 = 22 cm	$W_A = 9,45 \times 0,22 \times 0,49 = 1,02$	*Amplitude: solo-132 cm Dist. Vert.= 92-70 = 22 cm	Peso recomendado = 23,55* kg	$W_R = 23,55 \times 0,22 \times 0,49 = 2,54$	0,40
4) 5.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 108-92 = 16 cm	$W_A = 9,45 \times 0,16 \times 0,49 = 0,74$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 108-92 = 16 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,16 \times 0,49 = 1,77$	0,42
4) 6.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 92-84 = 8 cm	$W_A = 9,45 \times 0,08 \times 0,49 = 0,37$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 92-84 = 8 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,08 \times 0,49 = 0,89$	0,42
4) 6.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 122-92 = 30 cm	$W_A = 9,45 \times 0,30 \times 0,49 = 1,39$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 122-92 = 30 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,30 \times 0,49 = 3,33$	0,42

Tabela E.13 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°5

Trabalhador N° 5 - Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 9,00 kg Dist.Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	$W_A = 9,00 \times 0,09 \times 0,49 = 0,40$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 20 ~ 34 cm Dist.Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,09 \times 0,49 = 1,00$	0,40
2) 1.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-14 = 66 cm	$W_A = 9,45 \times 0,66 \times 0,49 = 3,06$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-14 = 66 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,66 \times 0,49 = 8,15$	0,38
2) 1.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-52 = 28 cm	$W_A = 9,45 \times 0,28 \times 0,49 = 1,38$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-52 = 28 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,28 \times 0,49 = 3,46$	0,38
2) 2.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-28 = 52 cm	$W_A = 9,45 \times 0,52 \times 0,49 = 2,41$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-28 = 52 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,52 \times 0,49 = 6,42$	0,38
2) 2.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-66 = 14 cm	$W_A = 9,45 \times 0,14 \times 0,49 = 0,65$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-66 = 14 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,14 \times 0,49 = 1,73$	0,38
2) 3.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-42 = 38 cm	$W_A = 9,45 \times 0,38 \times 0,49 = 1,76$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-42 = 38 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 23,55 \times 0,38 \times 0,49 = 4,69$	0,38
2) 3.2 ^a	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-80 = 0 cm	$W_A = 9,45 \times 1 \times 0,49 = 4,63$	*Amplitude: 80-132 cm Dist.Vert.= 80-80 = 0 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 1 \times 0,49 = 11,09$	0,42^a
2) 4.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-56 = 24 cm	$W_A = 9,45 \times 0,24 \times 0,49 = 1,11$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-56 = 24 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,24 \times 0,49 = 2,96$	0,38
2) 4.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 94-80 = 14 cm	$W_A = 9,45 \times 0,14 \times 0,49 = 0,65$	*Amplitude: 80-132 cm Dist.Vert.= 94-80 = 14 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,14 \times 0,49 = 1,55$	0,42
2) 5.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-70 = 10 cm	$W_A = 9,45 \times 0,10 \times 0,49 = 0,46$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 84-70 = 14 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,10 \times 0,49 = 1,23$	0,38
2) 5.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 108-80 = 28 cm	$W_A = 9,45 \times 0,28 \times 0,49 = 1,30$	*Amplitude: 80-132 cm Dist.Vert.= 108-80 = 28 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,24 \times 0,49 = 3,11$	0,42

a) Apesar da distância vertical ter sido igual a 0 cm, existe esforço físico associado à sub-tarefa. Deste modo, considerou-se a amplitude vertical entre 80-132cm onde a carga é movimentada.

Tabela E.14 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°6

Trabalhador N° 6 - Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 9,00 kg Dist.Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	$W_A = 9,00 \times 0,09 \times 0,49 = 0,40$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 20 ~ 34 cm Dist.Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,09 \times 0,49 = 1,00$	0,40
2) 1.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-14 = 66 cm	$W_A = 9,45 \times 0,66 \times 0,49 = 3,06$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-14 = 66 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,66 \times 0,49 = 8,15$	0,38
2) 1.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-52 = 28 cm	$W_A = 9,45 \times 0,28 \times 0,49 = 1,38$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-52 = 28 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,28 \times 0,49 = 3,46$	0,38
2) 2.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-28 = 52 cm	$W_A = 9,45 \times 0,52 \times 0,49 = 2,41$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-28 = 52 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,52 \times 0,49 = 6,42$	0,38
2) 2.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-66 = 14 cm	$W_A = 9,45 \times 0,14 \times 0,49 = 0,65$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-66 = 14 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,14 \times 0,49 = 1,73$	0,38
2) 3.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-42 = 38 cm	$W_A = 9,45 \times 0,38 \times 0,49 = 1,76$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-42 = 38 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 23,55 \times 0,38 \times 0,49 = 4,69$	0,38
2) 3.2 ^a	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-80 = 0 cm	$W_A = 9,45 \times 1 \times 0,49 = 4,63$	*Amplitude: 80-132 cm Dist.Vert.= 80-80 = 0 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 1 \times 0,49 = 11,09$	0,42^a
2) 4.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-56 = 24 cm	$W_A = 9,45 \times 0,24 \times 0,49 = 1,11$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 80-56 = 24 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,24 \times 0,49 = 2,96$	0,38
2) 4.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 94-80 = 14 cm	$W_A = 9,45 \times 0,14 \times 0,49 = 0,65$	*Amplitude: 80-132 cm Dist.Vert.= 94-80 = 14 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,14 \times 0,49 = 1,55$	0,42
2) 5.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 80-70 = 10 cm	$W_A = 9,45 \times 0,10 \times 0,49 = 0,46$	*Amplitude: solo-80 cm Dist.Vert.= 84-70 = 14 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,10 \times 0,49 = 1,23$	0,38
2) 5.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist.Vert.= 108-80 = 28 cm	$W_A = 9,45 \times 0,28 \times 0,49 = 1,30$	*Amplitude: 80-132 cm Dist.Vert.= 108-80 = 28 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,24 \times 0,49 = 3,11$	0,42

a) Apesar da distância vertical ter sido igual a 0 cm, existe esforço físico associado à sub-tarefa. Deste modo, considerou-se a amplitude vertical entre 80-132cm onde a carga é movimentada.

Tabela E.15 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°7

Trabalhador N° 7 - Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 9,00 kg Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	$W_A = 9,00 \times 0,09 \times 0,49 = 0,40$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 20 ~ 34 cm Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,09 \times 0,49 = 1,00$	0,40
2) 1.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-14 = 66 cm	$W_A = 9,45 \times 0,66 \times 0,49 = 3,06$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-14 = 66 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,66 \times 0,49 = 8,15$	0,38
2) 1.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-52 = 28 cm	$W_A = 9,45 \times 0,28 \times 0,49 = 1,38$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-52 = 28 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,28 \times 0,49 = 3,46$	0,38
2) 2.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-28 = 52 cm	$W_A = 9,45 \times 0,52 \times 0,49 = 2,41$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-28 = 52 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,52 \times 0,49 = 6,42$	0,38
2) 2.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-66 = 14 cm	$W_A = 9,45 \times 0,14 \times 0,49 = 0,65$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-66 = 14 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,14 \times 0,49 = 1,73$	0,38
2) 3.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-42 = 38 cm	$W_A = 9,45 \times 0,38 \times 0,49 = 1,76$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-42 = 38 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 23,55 \times 0,38 \times 0,49 = 4,69$	0,38
2) 3.2 ^a	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-80 = 0 cm	$W_A = 9,45 \times 1 \times 0,49 = 4,63$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 80-80 = 0 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 1 \times 0,49 = 11,09$	0,42^a
2) 4.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-56 = 24 cm	$W_A = 9,45 \times 0,24 \times 0,49 = 1,11$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-56 = 24 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,24 \times 0,49 = 2,96$	0,38
2) 4.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 94-80 = 14 cm	$W_A = 9,45 \times 0,14 \times 0,49 = 0,65$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 94-80 = 14 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,14 \times 0,49 = 1,55$	0,42
2) 5.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-70 = 10 cm	$W_A = 9,45 \times 0,10 \times 0,49 = 0,46$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 84-70 = 14 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,10 \times 0,49 = 1,23$	0,38
2) 5.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 108-80 = 28 cm	$W_A = 9,45 \times 0,28 \times 0,49 = 1,30$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 108-80 = 28 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,28 \times 0,49 = 3,11$	0,42

a) Apesar da distância vertical ter sido igual a 0 cm, existe esforço físico associado à sub-tarefa. Deste modo, considerou-se a amplitude vertical entre 80-132cm onde a carga é movimentada.

Tabela E.16 – Cálculo da cadência de trabalho atual (W_A), da cadência de trabalho recomendada (W_R) e do risco potencial R de cada sub-tarefa da T2 – trabalhador N°8

Trabalhador N° 8 - Método de trabalho II: Movimentação do rolo e da caixa no PT MEF 14							
Sub-tarefas	Tipo de sub-tarefa	Parâmetros de avaliação	W_A	Parâmetros de avaliação		W_R	Risco potencial R (W_A / W_R)
1)	Baixar	Peso = 9,00 kg Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	$W_A = 9,00 \times 0,09 \times 0,49 = 0,40$	*Amplitude: 80-132 cm P75 Dim.carga = 20 ~ 34 cm Dist. Vertical = 100-91 = 9 cm Frequência = 0,49 vezes/min	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,09 \times 0,49 = 1,00$	0,40
2) 2.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-28 = 52 cm	$W_A = 9,45 \times 0,52 \times 0,49 = 2,41$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-28 = 52 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,52 \times 0,49 = 6,42$	0,38
2) 2.2	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-66 = 14 cm	$W_A = 9,45 \times 0,14 \times 0,49 = 0,65$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-66 = 14 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,14 \times 0,49 = 1,73$	0,38
2) 3.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-42 = 38 cm	$W_A = 9,45 \times 0,38 \times 0,49 = 1,76$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-42 = 38 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 23,55 \times 0,38 \times 0,49 = 4,69$	0,38
2) 3.2 ^a	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-80 = 0 cm	$W_A = 9,45 \times 1 \times 0,49 = 4,63$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 80-80 = 0 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 1 \times 0,49 = 11,09$	0,42^a
2) 4.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-56 = 24 cm	$W_A = 9,45 \times 0,24 \times 0,49 = 1,11$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 80-56 = 24 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,24 \times 0,49 = 2,96$	0,38
2) 4.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 94-80 = 14 cm	$W_A = 9,45 \times 0,14 \times 0,49 = 0,65$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 94-80 = 14 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,14 \times 0,49 = 1,55$	0,42
2) 5.1	Baixar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 80-70 = 10 cm	$W_A = 9,45 \times 0,10 \times 0,49 = 0,46$	*Amplitude: solo-80 cm Dist. Vert.= 84-70 = 14 cm	Peso recomendado = 25,19* kg	$W_R = 25,19 \times 0,10 \times 0,49 = 1,23$	0,38
2) 5.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 108-80 = 28 cm	$W_A = 9,45 \times 0,28 \times 0,49 = 1,30$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 108-80 = 28 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,28 \times 0,49 = 3,11$	0,42
2) 6.1	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 84-80 = 4 cm	$W_A = 9,45 \times 0,04 \times 0,49 = 0,19$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 84-80 = 4 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,04 \times 0,49 = 0,44$	0,42
2) 6.2	Elevar	Peso = 9,45 kg Dist. Vert.= 112-80 = 42 cm	$W_A = 9,45 \times 0,42 \times 0,49 = 1,94$	*Amplitude: 80-132 cm Dist. Vert.= 108-80 = 28 cm	Peso recomendado = 22,64* kg	$W_R = 22,64 \times 0,42 \times 0,49 = 4,66$	0,42

a) Apesar da distância vertical ter sido igual a 0 cm, existe esforço físico associado à sub-tarefa. Deste modo, considerou-se a amplitude vertical entre 80-132cm onde a carga é movimentada.

